

Hoffmann, Philipp

Anleitung zum Studium der allgemeinen Naturgeschichte

Regensburg 1848

Regensburg, Staatliche Bibliothek -- 999/Philos.7831

urn:nbn:de:bvb:12-bsb11112432-1

Philos.

7831

Staatl. Bibliothek
Regensburg

Philos. 4831



A n l e i t u n g

zum Studium

der allgemeinen

NATURGESCHICHTE

von

Philipp Hoffmann,

Praefect am k. Knabenseminar zu Aschaffenburg.



Regensburg.

Verlag von Georg Joseph Manz.

1848.



Städt. Bibliothek
Regensburg

Philos. 7831

A n l e i t u n g
zum Studium
der
a l l g e m e i n e n
NATURGESCHICHTE

von
Philipp Hoffmann,
Präfect im k. Knabenseminar zu Aschaffenburg.

*Invisibilia .. ipsius per ea, quae facta sunt,
intellecta conspiciuntur, sempiterna quoque ejus virtus
et divinitas.*

Rom. I. 20.

Philos. 4831

Regensburg.

Verlag von G. Joseph Manz.

1848.



Anleitung

zum Studium

der

allgemeinen

NATURGESCHICHTE

von

Philipp Hoffmann,

Privatdocent im k. K. Lyceum zu Aschaffenburg.

Im Verlage von G. J. Manz, Regensburg.
1848.

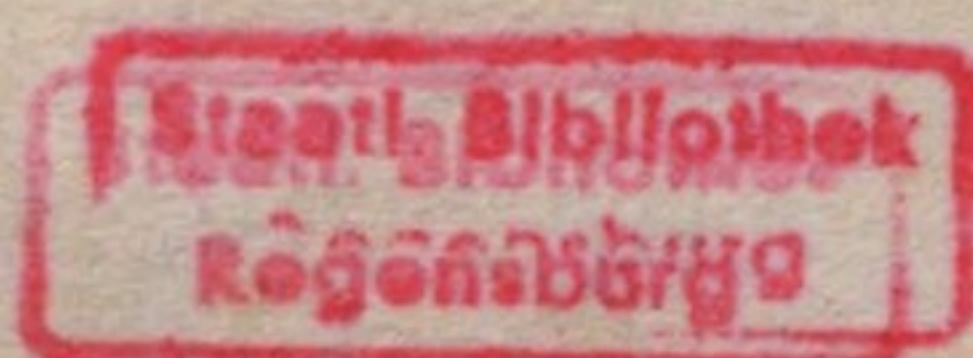
G 86 1346

Regensburg.

Verlag von G. J. Manz.

1848.

M



Vor Erinnerung.

Vorliegende Schrift soll eine Propädeutik zum Studium der gesammten Naturgeschichte bilden; jedoch mit Ausschluss jener des Menschen, welche in einer besonderen Wissenschaft, der Anthropologie, betrachtet wird.

Der Verfasser hat sich bemüht, zwischen encyclopädischer Kürze und Uebersicht erschwerender Weitläufigkeit die Mitte zu halten und in systematischer Form Dasjenige darzustellen, was zu einem gedeihlichen wissenschaftlichen Vorstudium der speciellen Naturgeschichte unentbehrlich ist.

Zugleich soll Jenen, welche sich nicht mit der Erforschung der einzelnen Naturproducte zu beschäftigen gedenken, ein Leitfaden an die Hand gegeben werden, womit sie in kurzer Zeit das allgemeine Gebiet der drei Naturreiche durchwandern und sich hierdurch jene Kenntnisse erwerben können, welche Niemand, der auf wissenschaftliche Bildung Anspruch macht, entbehren kann.

Möchte durch gegenwärtige Anleitung zum Studium der allgemeinen Naturgeschichte sowohl bei Freunden der Naturbetrachtung überhaupt, als besonders auch bei der reiferen studirenden Jugend Lust und Liebe zu einer Wissenschaft geweckt und genährt werden, welche sowohl den Verstand durch Aufforderung zum Beobachten und Nachdenken schärft, als auch das Herz durch Gewöhnung an edle Freuden bildet und den Menschen von der Bewunderung der Geschöpfe zur Bewunderung und Anbetung des Schöpfers erhebt!

Benutzt wurden vorzüglich die Schriften von G. W. Bischoff, Blumenbach, Burdach, Cuvier, Ehrenberg, Glocker, Kunth, F. L. Leuckart, Perty, Schleiden, F. S. Voigt, Andr. und Rud. Wagner, Whewell.

Aschaffenburg, im Januar 1848.

Der Verfasser.

30	a) Schwere	30
30	b) Glanz	30
31	c) Durchsichtigkeit	31
32	d) Strahlenbrechung	32
33	e) Polarisation des Lichtes, Opalisieren und Iridiren	33
33	f) Electricische Eigenschaften	33
35	g) Magnetische Eigenschaften	35
35	h) Chemische Eigenschaften	35
	3) Geognosie	
37	a) Die Erde als Organismus	37
39	b) Unorganische Bestandtheile der Erde	39
42	c) Ursprünglich organische Bestandtheile der Erde	42
44	4) Uebersicht der Mineralogie, Geognosie und Petrographik	44

Uebersicht des Inhaltes.

Einleitung.

Seite

1)	Wissenschaft überhaupt, Begriff und Eintheilung derselben	1
2)	Philosophische Wissenschaften	2
3)	Naturwissenschaft	3
4)	Aufgabe und Eintheilung der Naturwissenschaft	5
5)	Die Naturgeschichte als Wissenschaft	7
6)	Allgemeine Eintheilung und Betrachtung des Objects der Naturgeschichte	8
7)	Naturreiche	9
8)	Systematik	11

Unorganische Natur.

Mineralreich.

1)	Begriff und Eintheilung der Mineralogie	21
2)	Die Oryctognosie als Wissenschaft	22
A.	Das Mineral in seinem Fürsichbestehen	
a)	Crystallisation	24
α)	Harmonie zwischen der crystallinischen Structur und der äusseren Crystallform	25
β)	Crystallsysteme	27
b)	Cohärenz	28

	Seite
B. Das Mineral als Glied im allgemeinen Leben.	
a) Schwere	29
b) Glanz	30
c) Durchsichtigkeit	31
d) Strahlenbrechung	32
e) Polarisation des Lichtes, Opalisiren und Irisiren	33
f) Electricische Eigenschaften	33
g) Magnetische Eigenschaften	35
h) Chemische Eigenschaften	35
3) Geognosie.	
a) Die Erde als Organismus	37
b) Unorganische Bestandtheile der Erde	39
c) Ursprünglich organische Bestandtheile der Erde	42
4) Uebersicht der Geschichte der Mineralogie, Geognosie und Petrefactenkunde. Systeme	44
 Organische Natur.	
Einleitung.	
1) Leben	74
2) Allgemeine Eigenschaften der organischen Wesen	77
3) Entstehung der Organismen	80
4) Pflanzen und Thiere	88
 A. Pflanzenreich.	
1) Chemische Bestandtheile der Pflanzen	94
2) Elementarorgane der Pflanzen	97
a) Zellen	97
b) Gefäße	101
3) Achsen- und Seiten- Organe	103
a) Achsenorgane	104
aa) Wurzel	104
bb) Stamm	108
cc) Anatomischer Bau des Stammes	112
α) Anatomischer Bau des Stammes der dicotyledoni- schen Holzgewächse	112
β) Anatomischer Bau des Stocks der Monocotyle- donen	114
γ) Anatomischer Bau der Acotyledonen	115

Uebersicht des Inhaltes.

VII

	Seite
dd) Wachsthum der Zellenpflanzen	117
ee) Wachsthum der cryptogamischen Gefäßpflanzen	118
ff) Wachsthum der Monocotyledonen	119
gg) Wachsthum der Dicotyledonen	120
b) Seitenorgane	123
Das Blatt.	
aa) Das Vegetationsblatt	123
α) Formen	123
β) Anatomischer Bau und Verrichtung	125
γ) Stellung an der Achse	127
bb) Das Blütenblatt	129
α) Begriff der Metamorphose	129
β) Begriff der Blüthe und des Blütenstandes	130
γ) Verschiedene Blütenstände	131
δ) Entwicklungsfolge der Blüthe	135
ε) Männliche und weibliche Reproductionsorgane	136
ζ) Bestandtheile der vollständigen phanerogami- schen Blüthe	137
4) Befruchtung	144
5) Frucht	148
6) Das Allgemeinste über die Fortpflanzung der Crypto- gamen	158
7) Pflanzengeographie	158
8) Uebersicht der Geschichte der Botanik. Systeme	161
B. Thierreich	182
1) Chemische Bestandtheile der Thiere	184
2) Uebersicht der Organe und Verrichtungen des Thier- leibes (vergleichende Anatomie und Physiologie)	185
a) Vegetative Organe	187
α) Ernährungsapparat	187
β) Fortpflanzungsapparat	194
b) Animale Organe	195
aa) Nervensystem mit den Sinnesorganen	196
bb) Knochensystem	211
α) Knochenbau des Menschen	213
αα) Knochen des Kopfes	214

Seite		Seite
117	$\beta\beta$) Knochen des Rumpfes	217
118	$\gamma\gamma$) Knochen der Extremitäten	218
119	β) Knochenbau der Thiere	219
120	$\alpha\alpha$) Knochenbau der Säugethiere	219
121	$\beta\beta$) Knochenbau der Vögel	222
122	$\gamma\gamma$) Knochenbau der Amphibien	225
123	$\delta\delta$) Knochenbau der Fische	227
124	cc) Muskelsystem	228
125	3) Verhältniss der Thiere zu der sie umgebenden unor-	
127	ganischen und organischen Natur	231
129	4) Verbreitung der Thiere über die Erde	240
130	5) Thierseele	246
130	6) Uebersicht der Geschichte der Zoologie. Systeme	255
131		
132		
133		
134		
135		
136		
137		
138		
139		
140		
141		
142		
143		
144		
145		
146		
147		
148		
149		
150		
151		
152		
153		
154		
155		
156		
157		
158		
159		
160		
161		
162		
163		
164		
165		
166		
167		
168		
169		
170		
171		
172		
173		
174		
175		
176		
177		
178		
179		
180		
181		
182		
183		
184		
185		
186		
187		
188		
189		
190		
191		
192		
193		
194		
195		
196		
197		
198		
199		
200		
201		
202		
203		
204		
205		
206		
207		
208		
209		
210		
211		
212		
213		
214		

E i n l e i t u n g.

1) *Wissenschaft überhaupt, Begriff und Eintheilung derselben.*

Dem Menschen ist ein unwiderstehlicher Drang nach Wissen angeboren, es regt sich in ihm ein unaufhaltsames Streben, seinen Geist stets mit neuen Kenntnissen zu bereichern. Allein sobald er sich eine gewisse Summe solcher Kenntnisse erworben hat, dann mag er sich nicht mehr mit dem ordnungslosen Aggregate derselben begnügen, es treibt ihn weiter, Ordnung und Einheit in die Vielheit seines Wissens zu bringen, sich auf einen Standpunct zu erheben, von wo aus er dieses gesammte Material beherrschend zu überschauen vermag. Eine solche nach einem Principe geordnete, wie Glieder einer Kette unter sich zusammenhängende Summe von Kenntnissen heisst Wissenschaft. Ihre Bildung ist das Werk des sichtenden und ordnenden Verstandes, und gleichsam eine Begriffsbildung im Grossen.

Die Quellen aber, aus denen die Wissenschaft diese einzelnen Kenntnisse schöpft, sind, wie dieser Stoff selbst,

von verschiedener Art und darum gibt es auch verschiedene Wissenschaften. Denn unsere Erkenntnisse entspringen entweder aus rein geistiger Quelle (Vernunftwissenschaften), oder aus der Sinnesanschauung (empirische oder Erfahrungswissenschaften). Die ersteren kommen uns entweder durch Verknüpfung von Begriffen (Philosophie) oder durch die reine Anschauung (Mathematik) zum Bewusstsein. Letztere werden entweder durch den inneren Sinn vermittelt (Psychologie) oder durch die äusseren Sinne (Naturwissenschaften). An die Vernunft- und die Erfahrungswissenschaften reihen sich noch die positiven, auf göttlichen oder menschlichen Satzungen beruhenden Wissenschaften — die Theologie und die Rechtswissenschaft, so wie die aus der freien Thätigkeit des Menschen hervorgehenden geschichtlichen und philologischen Lehren an.

2) *Philosophische Wissenschaften.*

Unter diesem Namen begreift man eine Reihe von Wissenschaften, womit sich jeder einer wissenschaftlichen Bildung Beflissene als einer wesentlichen Propädeutik zu seinem Fachstudium bekannt zu machen hat. Der wichtige Zweck dieser Wissenschaften aber ist ein doppelter: einmal, eine allgemeine Uebersicht über das Gesamtgebiet des menschlichen Wissens zu geben, und dann, alle einzelnen Erkenntnisse nach allgemeinen, höheren Gesichtspunkten ordnen und betrachten zu lehren. Denn so verschiedenartig auch die einzelnen Wissenschaften in Bezug auf ihre Quellen und auf ihren Inhalt sind, so zeigen sie sich doch nach allen Seiten hin mit einander verknüpft und in einander übergreifend; so, dass keine für sich allein in strenger Abgeschlossenheit zu bestehen vermag. Darum darf und kann auch kein gründlicher Fachgelehrter die übrigen Wissenschaften gering schätzen oder gar verachten, sondern er muss wenigstens mit ihren allgemeinen Resultaten vertraut

sein. Was aber den zweiten eben erwähnten besondern Zweck der philosophischen Wissenschaften anbelangt, so ist zu bemerken, dass nur ein nach Grundsätzen systematisch geordnetes Wissen ein wissenschaftliches, gelehrtes Wissen ist. Daraus ergibt sich nun aber auch von selbst, in welcher Weise die sogenannten philosophischen Wissenschaften zu behandeln sind. Diese Behandlung muss eine philosophische sein, kein unzusammenhängendes oder nur äusserlich verbundenes Aggregat von Kenntnissen bietend, sondern diese müssen von höherem Standpunkte aus überschaut, nach allgemeinen leitenden Principien geordnet und so in fest gegliedertem Zusammenhange als höhere Einheit zum Bewusstsein gebracht werden. Denn nur so wird es dem menschlichen Geiste möglich, eine grössere Menge solcher Kenntnisse zu beherrschen und wahrhaft zu besitzen.

3) *Naturwissenschaft.*

Nicht die geringste Stelle unter den philosophischen Wissenschaften nimmt die Naturwissenschaft ein. Denn der menschliche Geist findet sich, sobald ihm das Licht des Selbstbewusstseins aufgegangen, so mitten in die Natur (die eben der Gegenstand der Forschungen dieser Wissenschaft ist) hinein versetzt, dass er sich nicht blos allseitig von ihren Werken umgeben, sondern durch das Naturgebilde des Leibes sogar organisch mit ihr verbunden weiss.

Der zum Bewusstsein seiner selbst erwachte Mensch nemlich, der sich eben darum auch selbst zum Gegenstande seiner Betrachtung macht, erkennt sich als eine aus zwei Factoren — Geist und Natur (Leib) — gebildete Einheit. Geist nennt er jenen Bestandtheil seiner Persönlichkeit, der es ihm möglich macht, sich selbst nicht blos in einzelnen psychischen Erscheinungen, sondern auch in seiner Totalität zu betrachten und so zum Selbstbewusstsein zu gelangen. Die vorzüglichste Thätigkeit dieses Geistes nennt

er Denken, und weil er ihn noch niemals unmittelbar in seiner Wesenheit erfasst, sondern nur aus seiner Thätigkeit erschlossen hat, so nennt er ihn: einfach, d. i. nicht aus Theilen zusammengesetzt, immateriell, unsichtbar; und weil alles Zugrundegehen nichts Anderes, als ein Auflösen, ein Zerfallen in Theile ist, so erscheint ihm der Geist, als einfach, auch unsterblich (ewig im engeren Sinne). Der menschliche Geist erkennt ferner, dass ihm die Fähigkeit der Wahl verliehen sei, dass er unabhängig von äusserem Zwang und innerer Nothwendigkeit wählen oder verabscheuen, lieben oder hassen kann, was und wie ihm beliebt, mit einem Worte: er erkennt und fühlt, dass er frei sei.

Der zweite Factor der menschlichen Persönlichkeit ist die Natur (der Leib). Wiewohl auf das Innigste mit dem Geiste verbunden, bildet der Leib als Naturgebilde dennoch den geraden Gegensatz zu ihm. Denn obschon der Leib (durch das Auge) sich selbst unmittelbar zum Gegenstande seiner Betrachtung machen kann, so gelangt er dennoch hierdurch nur zum Bewusstsein seiner Thätigkeit, nie aber zur Erkenntniss seines Wesens, zum Selbstbewusstsein. Der Leib besteht aus Theilen, ist folglich nicht einfach, sondern zusammengesetzt, folglich materiell und wahrnehmbar. Er kann also auch wieder in seine Theile sich auflösen, zerfallen, zu Grunde gehen, er ist sterblich. Wahlfähigkeit ist ihm nicht verliehen, er ist zum absoluten Gehorsam geschaffen und muss, ohne zur Rechten oder Linken abweichen zu können, dem ihm gegebenen Naturgesetze gehorchen, er ist unfrei, steht unter dem Gesetze der Nothwendigkeit.

Der in diesem Dualismus dennoch sich als Einheit (als ein Wesen) erkennende Mensch geht nun von der Selbstbetrachtung auch zur Betrachtung und Unterscheidung der ihn umgebenden Aussenwelt über, und unterscheidet auch hier, nach den an sich selbst gefundenen Kriterien von

Geist und Leib, eine doppelte Reihe von Wesen — Geistes- und Körperwesen (immaterielle und materielle Wesen) — je nachdem sie mit einem dem menschlichen ähnlichen Geiste ausgerüstet sind oder desselben entbehren.

4) *Aufgabe und Eintheilung der Naturwissenschaft.*

Die Naturwissenschaft hat zum Gegenstand ihrer Betrachtung die Natur, d. i. den Inbegriff alles dessen, was in der äusseren Sinnenwelt geschaffen ist, mit Ausnahme der Erscheinungen des Geistes. Als Wissenschaft der Natur hat sie die Aufgabe, die Eigenschaften und das Wesen der Naturkörper zu erforschen, dieselben zu vergleichen und systematisch darzustellen.

Die Naturkörper aber zerfallen in eine doppelte Classe: in siderische und tellurische, d. i. in solche, die getrennt von der Erde selbstständig im Himmelsraume schweben, und in solche, die auf unserer Erde sich befinden.

Astronomie heisst die Wissenschaft von den siderischen Naturkörpern (Himmelskörpern). Sie betrachtet als mathematische Geographie zunächst unsere Erde in Bezug auf Gestalt, Grösse, Eintheilung, Achsendrehung und Bewegung. Als sphärische Astronomie fasst sie die Erscheinungen der Himmelskörper so auf, wie sie sich von der Erde aus unseren Sinnen darstellen; als theorieische dagegen sondert sie den Schein von der Wirklichkeit und sucht die allgemeinen Gesetze der wirklichen Bewegungen auf. Die physische Astronomie endlich entwickelt die Gründe, worauf die gesetzmässigen Bewegungen der Himmelskörper beruhen.

Die tellurischen Naturkörper (auch Naturproducte genannt) bilden den Gegenstand der Naturwissenschaft im engeren Sinne, die, je nach den verschiedenen Seiten, welche sie an jenen Körpern betrachtet, sich wieder in drei

verschiedene Wissenschaften theilt, nämlich in die Physik, Chemie und Naturgeschichte.

Physik ist jener Theil der Naturwissenschaft im engeren Sinne, welche uns die allgemeinen Kräfte der Naturkörper und die Gesetze ihrer Wirkungsweise so kennen lehrt, dass wir im Stande sind, durch Anwendung dieser Gesetze uns die in ihr Gebiet gehörigen Naturerscheinungen befriedigend zu erklären. Die Chemie macht uns durch Zerlegung der Körper in ihre Grundstoffe mit ihren ungleichartigen Bestandtheilen bekannt und zeigt, wie entweder mehrere solche ungleichartige Stoffe zu einem neuen gleichartigen Körper sich verbinden, oder wie ein gleichartiges Ganze in mehrere ungleichartige Bestandtheile aufgelöst werden kann. Die Naturgeschichte endlich hat die Aufgabe, alle wesentlichen Merkmale der einzelnen Naturproducte zu einem Gesamtbild zu vereinigen und nach demselben die Naturkörper systematisch zu ordnen und zu beschreiben. Hierbei ist jedoch zu bemerken, dass die Naturgeschichte nur sehr uneigentlich Geschichte genannt wird. Denn nur vernünftige und freie, nach eigener Selbstbestimmung sich entwickelnde Wesen haben eine Geschichte im eigentlichen Sinne. Darum kann auch nur die im Menschen mit dem Geiste zur Einheit der Persönlichkeit verbundene Natur Gegenstand der Geschichte sein; mit einem Worte: Der Mensch allein hat im eigentlichen Sinne eine Geschichte. Weil aber auch die Natur im Grossen wie im Kleinen eine Entwicklung, ein wenngleich unfreies und unbewusstes Streben nach Vervollkommnung zeigt — man möchte meinen, sie sollte dadurch sich die Würdigkeit erringen, mit dem Geiste zu persönlicher Einheit verbunden zu werden —, so kann man mit der angegebenen Modification neben der Geschichte des Menschen auch von einer Geschichte der Natur sprechen.

5) *Die Naturgeschichte als Wissenschaft.*

Wissenschaft findet sich nur da, wo eine Summe von zusammengehörigen Kenntnissen nach einem höheren Principe zur Einheit verbunden ist. Soll daher die Naturgeschichte auf den Namen einer Wissenschaft Ansprüche machen, so muss sich auch in ihr ein solches leitende, alles Einzelne verbindende Princip nachweisen lassen. Dieses Princip finden wir in dem sich gesetzmässig immer höher entwickelnden Bildungstriebe, wie er in den Naturproducten sich ausspricht. Die Naturgeschichte hat nemlich die Aufgabe, die einzelnen Producte des bildenden Triebes der Natur kennen zu lehren. Verfolgen wir aber den gestaltenden Process in seinen verschiedenen Erzeugnissen, so bemerken wir den diesen Processen zu Grunde liegenden Bildungstrieb in einer stufenweis fortschreitenden Entwicklung vom Niedern zum Höhern, vom Unvollkommenen zum Vollkommenen begriffen, bis endlich in dem Gebilde des menschlichen Leibes die Natur ihr Meisterwerk vollendet — ein Werk, welches würdig ist, mit dem denkenden, unsterblichen Geiste zur persönlichen Einheit des Menschen verbunden zu werden.

Ist die Naturgeschichte im Stande, diesen grossen Entwicklungsgang der Natur in ihren Gebilden, dieses freilich unbewusste und willenlose Streben und Ringen nach Vervollkommnung, diese allmähliche Befähigung der Materie, dem Geiste eine würdige Gehülfin zu werden, nachzuweisen und in naturgemäsem Zusammenhange durchzuführen, dann hat sie das Recht, den Ehrentitel einer Wissenschaft anzusprechen; denn sie hat dann die Vielheit ihrer einzelnen Erkenntnisse auf ein höheres Princip zurückgeführt, und von hier aus betrachtet findet erst der in immer vollkommeneren Producten sich aussprechende Bildungstrieb der Natur sein richtiges Verständniss. Nun sind wir zwar noch

nicht so weit in der Kenntniss des Wesens und der Eigenschaften aller einzelnen Naturproducte vorgeschritten, dass wir das darin sich aussprechende in gesetzmässiger Entwicklung vorwärtsschreitende Streben nach Vervollkommnung selbst im Einzelnen deutlich nachzuweisen im Stande wären; allein desto klarer und vollständiger lässt sich dieser Entwicklungsgang der Natur im Grossen erkennen und durchführen, wozu eben in diesen Blättern ein Versuch gemacht werden soll.

6) *Allgemeine Eintheilung und Betrachtung des Objects der Naturgeschichte.*

Nach ihren allgemeinsten Eigenschaften lassen sich die Naturproducte oder tellurischen Naturkörper in eine grosse Doppelreihe zerlegen — in die Reihe der unorganischen und in jene der organischen. Diese beiden grossen Reihen stehen jedoch nicht coordinirt neben einander, sondern schliessen, zu höherer Entwicklung sich entfaltend, sich dergestalt an einander an, dass die zweite im allgemeinen Entwicklungsgange der Natur die Fortsetzung der ersten bildet. Denn vom Niedern zum Höheren, vom Unvollkommenen zum Vollkommenen fortschreitend, entfaltet der Bildungstrieb der Natur, mit den unorganischen Gebilden beginnend, seine Productivität, und geht erst von diesen zu den organischen Gebilden über.

Entstehen und Wachsthum der Naturproducte ist in diesen beiden Reihen wesentlich verschieden. Die unorganischen entstehen und vergrössern sich, indem gleichartige oder ungleichartige Theile sich blos äusserlich, mechanisch an einander legen (*juxtapositio*). Sie besitzen keine Organe oder Werkzeuge, die im Dienste einer Lebenskraft unter einander selbst und mit dem Ganzen in thätiger Wechselbeziehung stehen. Darum verbleiben sie stets in ihrem ersten Zustande, und nur fremde, physische oder

chemische Einflüsse können sie verändern, keineswegs aber eine aus innerer Lebensquelle fliessende Kraft.

Wesentlich anders verhält es sich mit den organischen Naturproducten oder Organismen. Sie entstehen aus Keimen derselben Art, nehmen zu ihrer Erhaltung fremdartige Stoffe in sich auf, benützen sie zu ihrem Wachsthum und Gedeihen, indem sie dieselben in ihren eigenen Stoff verwandeln (*intussusceptio*, organische Assimilation), das Unbrauchbare aber wieder aus sich entfernen. Sie haben demnach ihre Entwicklungsperiode (*periodus incrementi*), erreichen einen höchsten Grad der Ausbildung, und nehmen dann wieder ab, wenn auch nicht immer an Grösse, doch an wahrer innerer Lebenskraft, und diese Abnahme endet mit dem Tode (*periodus detrimenti*). Zur Erreichung des Zwecks ihres Daseins, der Selbsterhaltung und Fortpflanzung der Art, bestehen sie aus eigens dazu gebildeten Theilen (Organen), die sämmtlich zu dieser Erhaltung und Fortpflanzung des Ganzen beitragen.

Die auf diese Entstehung, Erhaltung und Fortpflanzung gerichtete Thätigkeit eines organischen Körpers heisst Leben, die Ursachen der eigenthümlichen Erscheinungen dieses Lebens sind die sogenannten Lebenskräfte und als Einheit gefasst benennen wir ihren Inbegriff mit dem Worte: die Lebenskraft. Hat das Leben aufgehört, dann ist der Organismus als solcher nicht mehr vorhanden, sondern nur noch der aller Lebenskraft beraubte Ueberrest, und diesen Zustand nennt man den Tod.

7) Naturreiche.

Aus den beiden grossen Reihen der organischen und unorganischen Wesen bilden sich naturgemäss vier grosse Reiche der Natur. Der Inbegriff aller unorganischen Wesen stellt das erste, auf der niedrigsten Entwicklungsstufe stehende Reich — das Mineralreich dar. Starre Be-

harrlichkeit ist sein Character, und nur mechanische, chemische, electriche und magnetische Kräfte repräsentiren hier ein Analogon des Lebens. Darüber erhebt sich das Pflanzenreich, das erste Glied in der Reihe organischer Wesen. Mit der Wurzel ist die Pflanze zwar noch am starren, leblosen Boden angeheftet, in dem sie sich niedersenkend ihre Nahrung sucht; aber mit ihrem anderen Pole, mit Stengel und Blatt, strebt sie sich zu befreien vom tellurischen Einflusse und wächst dem Lichte der Sonne zu. Vollkommen richtig und schön hat desswegen Oken die Pflanze einen zwischen Erde und Sonne gespannten Organismus genannt. Das Streben des Pflanzenlebens ist auf plastische Entwicklung beschränkt und ihren Lebenszweck hat sie in der Bildung der zur Reife gediehenen Blüthe und Frucht erreicht. Plastik ist desswegen ihr allgemeiner Character. Höher steht darum das Thierreich. Denn hier herrscht nicht blos das Gesetz der plastischen Entwicklung, sondern durch die Organe des sensibelen Systems, des Gehirns, der Nerven und der Sinne, vermag das auch nicht mehr am Boden organisch festgeheftete Thier seine eigene Thätigkeit und jene der es umgebenden Welt sich zum Bewusstsein zu bringen, und durch die ihm angeborene Fähigkeit der willkührlichen Bewegung wird es in den Stand gesetzt, mit der Aussenwelt in lebendigeren, thätigeren Wechselverkehr zu treten. Im Thiere offenbart sich darum eine höhere Stufe des organischen Lebens. Freiheit und Selbstständigkeit erheben es hoch über das Pflanzenreich, und sein Character ist Sensibilität.

Alle diese Reiche der Natur überragt aber weit das vollendetste, das Reich des Menschen, des Ebenbildes Gottes, des Königs und Herrn der Schöpfung, wozu der Schöpfer selbst ihn ernannt. Im Menschen hat sich das nach Zweckmässigkeit und Schönheit vollendetste Naturgebilde — der menschliche Leib — mit einem geistigen Wesen — der menschlichen Seele — auf's Innigste zu

Einem Wesen vereint, das beschränkte, nicht zur Klarheit des Erkennens gediehene Wissen des Thieres um seine und um der es umgebenden Natur Erscheinung und Thätigkeit hat sich im Menschen zum rein geistigen Selbstbewusstsein erhoben und zur Erkenntniss des Uebersinnlichen verklärt, die nur scheinbare Freiheit des Instincts ist fast gänzlich verdrängt und an ihre Stelle die moralische Freiheit getreten. Dieser Geist des Menschen, zwar noch gebunden an den Organismus des Leibes und innigst mit ihm verkettet, ist dennoch keine höhere Potenz der Materie, sondern eine besondere, von ihr wesentlich verschiedene immaterielle Substanz, die nicht des sterbenden Leibes Schicksal theilt, sondern für die Ewigkeit geschaffen ist. Vernunft und Freiheit und die daraus erwachsende Persönlichkeit ist demnach der Character des Menschen, der eben darum keine höhere Stufe des Thierreichs darstellt, sondern ein eigenes, wesentlich von jenem verschiedenes Reich bildet.

8) *Systematik.*

Das Wort System bezeichnet im Allgemeinen ein aus mehreren Theilen bestehendes, in und durch sich selbst abgeschlossenes Ganze; in der Wissenschaft aber die auf eine Einheit reducirte Vielheit gleichartiger Kenntnisse. Ein naturgeschichtliches System ist demnach die auf eine höhere Einheit zurückgeführte Vielheit naturgeschichtlicher Kenntnisse. Einerseits nemlich trägt der menschliche Geist von Natur aus das Streben in sich, Begriffe zu bilden, d. h. die Vielheit seiner durch Erfahrungen sich erworbenen, noch zerstreut neben einander bestehenden Kenntnisse auf eine Einheit zurückzuführen; andererseits wurden aber die Freunde der Natur auch durch die immer wachsende Zahl neu aufgefundener Naturkörper, deren Namen das Gedächtniss nicht mehr zu fassen ver-

mochte, gleichsam genöthigt, Ordnung und Einheit in das Chaos dieser naturhistorischen Kenntnisse zu bringen.

Sämmtliche Naturkörper in die drei Reiche abzutheilen, lag sehr nahe, obwohl man sich darüber nicht immer Rechenschaft ablegen konnte, und einzelne Naturkörper, wie z. B. die Corallen, im Verlaufe der Zeit alle drei Reiche durchwanderten, bis ihnen endlich im Thierreiche ihre bleibende, allein richtige Stätte angewiesen wurde.

Sobald man aber anfang, auch in die Masse der Naturproducte dieser einzelnen Reiche Ordnung zu bringen, da konnte ein doppelter Weg eingeschlagen werden. Man konnte entweder ein einzelnes Merkmal hervorheben und darnach alle Wesen eines Reiches ordnen, oder man konnte eine Vielheit von Merkmalen zu einem charakteristischen Gesamtbilde vereinigen und nach diesem die Zusammenstellung vornehmen. Jene Methode der Anordnung führt den Namen „künstliches System (*systema artificiale*)“, weil dabei nicht der Gesammthabitus der Naturkörper berücksichtigt, sondern willkürlich ein Merkmal zum Vergleichungspunct erhoben wird; diese heisst „natürliches System (*systema naturale*)“, weil hierbei die ganze Natur, die gesammte Beschaffenheit dieser Wesen in Anschlag kommt.

Hieraus wird zugleich klar, dass die Bildung eines natürlichen Systems bei Weitem schwieriger sei, als die eines künstlichen, weil zu jener eine genaue Kenntniss sämmtlicher charakteristischer Merkmale erforderlich ist; zu dieser aber die Kenntniss einzelner Merkmale ausreicht. Darum sind auch die künstlichen Systeme älter als die natürlichen, die erst als Producte der neueren Zeit hervortreten.

Beide Methoden haben ihre eigenthümlichen practischen Vorzüge und Nachtheile. Das künstliche System gewährt wenigstens dem Anfänger den Vorthail eines leichteren Auffindens der systematischen Stellung eines unbekannten Naturkörpers, hat aber den wesentlichen Nachtheil, dass es

kein Gesamtbild des im Systeme aufgefundenen Körpers, keine Einsicht in seine wesentlichen Merkmale bietet, ja sehr oft Wesen, die ihrer ganzen Gestaltung nach unter sich nahe verwandt sind, auf eine gewaltsame, unnatürliche Weise von einander trennt. Das natürliche System dagegen, welches, auf die wesentliche Gesamtbeschaffenheit eines Naturproducts gegründet, allein den Anforderungen einer eigentlichen Wissenschaft der Natur entspricht, besitzt den Vorzug einer naturgemässen, auf natürliche Verwandtschaft gegründeten Zusammenordnung, und eröffnet dadurch eine klare Einsicht in die wesentlichen Merkmale, hat aber den practischen Nachtheil, dass es, wenigstens dem Anfänger, schwieriger wird, einen unbekannten Naturkörper nach demselben zu bestimmen.

Die verschiedenen Abtheilungen im Systeme werden ausgedrückt durch die Begriffe: Individuum, Art (mit der Abart), Gattung, Ordnung und Classe.

Individuum im Gebiete der Naturproducte ist ein für sich abgeschlossenes Ganze, von dem kein wesentlicher Theil getrennt werden kann, ohne dieses Ganze zu vernichten; denn Individuum heisst schon dem Worte nach ein Untheilbares. Darum kann es, streng genommen, nur im Thier- und Pflanzenreiche Individuen geben, weil nur hier durch Lostrennung eines Theiles vom Ganzen der Thier- oder Pflanzenleib verstümmelt wird. Ein Mineral dagegen kann fortgesetzt in Theile gespalten werden, ohne dass dadurch eigentlich eine Verstümmelung vorgenommen würde; denn der gesammte wesentliche Character des Minerals bleibt dabei immer derselbe. Nur die Crystalle machen eine Ausnahme und nehmen, wie die organischen Wesen, die Benennung Individuum für sich in Anspruch, weil sie ebenfalls untheilbare Körper sind, von denen kein Theil ohne Verstümmelung des Ganzen losgetrennt werden kann.

Bei der Bestimmung des Begriffs „Art (*species*)“ muss man zwischen organischen und unorganischen Körpern wohl

unterscheiden. Bei diesen fasst der Begriff Art alle jene Mineralien in sich, welche in ihren wesentlichen Merkmalen mit einander übereinstimmen. Zu den wesentlichen Merkmalen sind aber jene zu rechnen, welche in der inneren physischen und chemischen Natur eines Minerals begründet und demnach von der Gesamtvorstellung des Minerals unzertrennlich sind. Dahin gehört die Crystallform, die crystallinische Structur, das specifische Gewicht, die Härte, das constante und gesetzmässige Verhältniss der chemischen Mischung und selbst die Farbe, wofern sie ihren Grund in dieser wesentlichen chemischen Zusammensetzung hat.

Bei den organischen Körpern dagegen ist man ziemlich allgemein übereingekommen, diejenigen als zu einer Art gehörig zu betrachten, welche im freien Naturzustande sich befruchten und eine fruchtbare Nachkommenschaft dadurch produciren. So paaren sich, was das Thierreich anbetrifft, alle Hunde mit einander, wenn sie auch sonst unter sich noch so verschieden sind; keineswegs aber mit Wölfen und Füchsen, ihren nächsten Verwandten, wofern man ihren Trieben freien Lauf lässt. Hund, Wolf und Fuchs sind desswegen verschiedene Arten. Wenn es aber dennoch bisweilen geschieht, dass Individuen verschiedener Arten sich befruchten, so geschieht dies im natürlichen Zustande stets mit einem gewissen Widerstreben und die daraus entstehenden Bastarde sind in der Regel unfruchtbar. Darum sind Maulesel und Maulthiere, als Bastarde von Esel und Pferd, zur Fortpflanzung unfähig.

Im Pflanzenreiche sind die Bastarde zwischen nahestehenden Pflanzen häufig, besonders bei künstlicher Befruchtung. Auch die Natur bewirkt solche Bastardbefruchtungen dadurch, dass Insecten oder Winde den Blüthenstaub von einer Pflanze auf eine andere übertragen. Allein die Bastarde kehren, nach den Beobachtungen Dr. Gaertner's in Calw, in den nachfolgenden Generationen allmählig

zur Mutterpflanze zurück und sterben von selbst aus, wenn die Bestäubung nicht künstlich erneuert wird *).

Abarten, Spielarten (*varietates*) entstehen durch allerlei zufällige (äussere oder innere) Einflüsse und sind, obwohl oft bedeutend in die Sinne fallend, doch stets nur Abweichungen in ausserwesentlichen Merkmalen. Diese Abweichungen beziehen sich gewöhnlich auf die Grösse und Farbe und pflanzen sich nicht constant fort. Bei den Pflanzen insbesondere bringen Klima, Bodenart, Standort u. dergl. solche Veränderungen hervor, die sich gewöhnlich auf die Grösse der Pflanze und ihrer einzelnen Theile, auf die Farbe und Fülle der Blüthe beziehen. Bei den Thieren erzeugt die Beschaffenheit der Nahrung, Kälte und Wärme, Licht und Finsterniss, Ruhe und Bewegung, Fröhlichkeit und Furcht, welchen die Mutter ausgesetzt ist, solche Varietäten, die oft mehr krankhafte Zustände zu nennen sind, wie z. B. die weissen Mäuse und Raben.

Wiewohl nun aber solche Varietäten sich, im Allgemeinen wenigstens, nicht überall und nicht beständig fortpflanzen, so gibt es doch sowohl im Pflanzen-, als im Thier- und Menschenreiche dergleichen Spielarten, welche durch Saamen und Zeugung sich forterhalten, sogenannte beständige Spielarten, Racen oder Stämme. So bildet z. B. der in ganz Indien, dem südlichen Afrika und auf Madagaskar vorkommende Büffelochse (*Bos Zebu sive Indicus*) wegen seines Fleischhöckers auf dem Rücken eine Spielart des gemeinen Ochsen (*Bos Taurus L.*), welche sich durch Zeugung forterhält. Allein in einem anderen Klima und durch Kreuzung mit unserer Race verliert sich dieser Fleischhöcker nach und nach gänzlich und mit ihm das charakteristische Merkmal dieser Race. Auch viele Pflanzen-

*) Vergl. Ueber die Bastardzeugung von Rud. Wagner in dessen Uebersetzung von Prichard's Naturgeschichte des Menschengeschlechts, 1ster Band, Zusatz zum 2ten Buch.

spielarten erhalten sich durch Aussaat ihrer Saamenkörner und zwar findet dies besonders bei vielen uns überaus nützlichen Getreidearten und Hülsenfrüchten, sowie auch bei nicht wenigen Zierpflanzen statt. Allein die Erfahrung lehrt, dass solche Gewächse, sobald sie im wilden Zustande sich selbst überlassen sind, wieder in die Stammart zurückkehren.

Gattungen (*genera*) sind Vereinigungen von Arten, welche in höheren, wesentlicheren Merkmalen mit einander übereinkommen. Bei den Säugethieren werden diese Merkmale gewöhnlich von dem Bau der Knochen, von der Zahl und Gestalt der Zähne und Zehen hergenommen, bei den Pflanzen von den Verhältnissen der Fortpflanzungsorgane (Blüthe und Frucht). Doch ist dabei nicht zu vergessen, was schon Linné sagte: *Character non facit genus*, d. h. Ein gemeinschaftliches, wenngleich wesentliches Merkmal macht noch keine naturgemässe Gattung, sondern es ist dabei zugleich auch auf die Uebereinstimmung im allgemeinen Bau, auf den Totalhabitus des Thiers oder der Pflanze Rücksicht zu nehmen.

Uebrigens ist der Werth eines bestimmten Gattungs-Merkmales zur Bildung einer solchen Gattung bei den verschiedenen Abtheilungen der Thiere und Pflanzen sehr verschieden; so, dass Merkmale, die in einer Abtheilung von höchster Bedeutung waren, in einer anderen nur eine sehr untergeordnete Rolle spielen. Auch sind sogar bei denselben Abtheilungen die Schriftsteller noch lange nicht darüber einig, ob gewisse Merkmale zur Begründung einer besonderen Gattung den nöthigen systematischen Werth haben oder nicht.

Dasselbe gilt auch im Mineralreiche, denn auch hier sind nicht alle Gattungen von gleichem wissenschaftlichem Werthe. Die crystallinischen haben durchgängig einen höheren, als die uncrystallinischen. Auch fallen im Mineralreiche häufiger als in einem anderen Reiche der Natur die

Begriffe von Gattung und Art in Einen zusammen, d. h. es besteht eine Gattung nur aus einer einzigen Art; um so häufiger sind hingegen hier die Spielarten oder Varietäten.

Ordnungen (*ordines*) werden gebildet, wenn man eine gewisse Anzahl von Gattungen, die in wesentlichen Merkmalen mit einander übereinkommen, wieder als ein höheres Ganzes zusammenstellt. Wird dabei nur ein Merkmal berücksichtigt, so ist die Ordnung eine künstliche, von welcher Art z. B. jene von Linné in seinem Geschlechtssysteme der Pflanzen aufgestellten Ordnungen sind, welche sich meist nur auf die Zahl der weiblichen Blüthenheile gründen. Wird dagegen zugleich die Gesamtorganisation oder der Gesammthabitus der Naturkörper dabei in Anschlag gebracht, so entsteht die natürliche Ordnung (*ordo naturalis*), die gewöhnlich den Namen natürliche Familie (*familia*) führt.

Classen (*classes*) endlich entstehen, wenn mehrere Ordnungen oder natürliche Familien nach gewissen beständigen, allen zukommenden Merkmalen zu einer höheren Einheit verbunden werden. Sie bilden die obersten Abtheilungen des Systems.

Die absteigende Stufenleiter des Systems besteht demnach aus Classen, Ordnungen (im natürlichen Systeme aus Familien), Gattungen, Arten (mit den Spielarten) und endlich aus den Individuen oder Einzelwesen. Nur diese finden sich in der Natur wirklich vor, alle übrigen Abtheilungen des Systems sind Producte der Verstandesreflexion und Begriffsbildung, welche zwar in gewissen von der Natur selbst dargebotenen Typen ihre Rechtfertigung finden, aber nie so scharf, wie das System sie aufführt, sich abgrenzen lassen.

Alle diese Abtheilungen des Systems haben demnach ihren eigenthümlichen Character, der sich auf den Inbegriff ihrer Uebereinstimmungsmerkmale unter sich und ihrer Unterscheidungsmerkmale (*signa diagnostica*) von anderen Abtheilungen gründet. Es gibt darum einen Artcharacter (*character specificus*), einen Gattungscharacter (*char.*

genericus), einen Familiencharacter (*char. familiae*) und Classencharacter (*char. classis*), wodurch eine Art, Gattung, Classe von anderen unterschieden und bestimmt (definirt) wird.

Wenn dieser Character in Worten ausgedrückt wird, so entsteht die Diagnose (*diagnosis*). Wird dagegen ein Naturkörper nach allen seinen äusseren und inneren Theilen, oder wenigstens nach der Mehrzahl derselben geschildert, so dass man dadurch eine Gesamtvorstellung von ihm erhält, so nennt man dieses die Beschreibung (*descriptio*).

Was nun noch die allgemeinsten Gesetze der systematischen An- und Unterordnung oder Classification anbetrifft, so lassen sich dieselben auf folgende zurückführen. Der aus einem oder mehreren Merkmalen höheren Rangs bestehende Hauptcharacter einer Abtheilung des Systems muss allen in ihr enthaltenen Wesen ohne Ausnahme zukommen. Aus den dabei unbeachtet gebliebenen Merkmalen niederen Ranges werden alsdann die Charactere der untergeordneten Abtheilungen gebildet. Daraus folgt, dass die Anzahl der einen Character bildenden Merkmale um so grösser wird, je mehr sich die Classen in Familien, die Familien in Gattungen, die Gattungen in Arten spalten, oder mit anderen Worten: je weniger umfangreich diese neuen Abtheilungen werden.

Unorganische Natur.

Mineralreich.

Wo immer wir im Stande sind, die formbildende Thätigkeit des Bildungstriebes der Natur zu beobachten und im Einzelnen zu verfolgen, da bemerken wir überall einen mehr oder weniger allmählichen Uebergang von einfacheren zu complicirteren Formen. Zwar scheint die Natur nicht selten auf ihrem Entwicklungsgange sprunghaft voranzuschreiten, allein es ist dies eben nur scheinbar, weil uns die in der Mitte liegenden Bildungsstufen zur Zeit noch unbekannt sind, oder wir den rechten Faden, an dem die fortschreitende Entwicklung vor sich geht, noch nicht in Händen haben. Wie im Einzelnen, so steigt auch im Allgemeinen und Grossen die Natur vom Einfacheren zum Zusammengesetzteren, vom Unvollkommenen zum Vollkommenen, vom Niederen zum Höheren stufenweise hinan. Bei der Bildung der Mineralien befindet sich der Bildungstrieb der Natur (nach Schleiden's Darstellung) „gleichsam im Embryonenzustande, er folgt willenlos einem ihm fremden Gesetze, die weltbeherrschenden Mächte der Natur, die phy-

sikalischen und chemischen Gewalten bedingen seine Thätigkeit und die Mathematik schreibt ihm ihre ausnahmslosen Regeln vor“. Das Mineralreich bietet nur bewegungslose, todte Massen dar, an denen nur äusserliche, mechanische oder chemische Einflüsse Veränderungen hervorzurufen vermögen. Ohne ihren wesentlichen Character einzubüssen, lassen sie sich zerspalten und theilen, in beliebig grösseren oder kleineren Bruchstücken darstellen, ja selbst wenn man sie chemisch in ihre einfachsten Bestandtheile aufgelöst hat, gelingt es häufig, sie in ihrer früheren Integrität wieder herzustellen, oder durch chemische Vereinigung der wesentlichen Bestandtheile ganz neu zu bilden.

Doch auch hier lässt sich schon ein wenigstens im Keime vorhandenes, wenngleich noch unter der Herrschaft chemischer und physikalischer Kräfte stehendes Leben in der Wirkungsweise dieser Kräfte nicht verkennen. Denn in chemisch verwandten Körpern äussert sich, sobald sie in unmittelbare gegenseitige Berührung treten, das gesetzlich bestimmte Streben, einander zu durchdringen und ihre individuellen charakteristischen Eigenschaften dabei gegenseitig so vollkommen aufzuheben, dass daraus ein neuer Körper entsteht, der keine der vorherigen Eigenschaften der zusammengetretenen Stoffe mehr besitzt.

Selbst bis zu einem gewissen Grade der Selbstständigkeit vermag sich das Mineralreich in der Crystallbildung zu erheben. Dem formirenden Bildungstriebe der Natur gelingt es hier, Individuen zu Stande zu bringen, d. i. regelmässige, in sich abgeschlossene Ganze, die ohne Verstümmelung nicht in Theile zerlegt werden können. Man erkennt in ihnen gleichsam eine Anticipation der Organismen, jedoch nur in starren, regelmässigen Gestalten, die noch ganz unter der Herrschaft einfacher mathematischer Gesetze stehen. Nicht minder drückt sich dieses Streben nach Individualität auch in der Kugelform aus, welche jene Mineralien,

die weder Crystalle noch aus Crystallen zusammengesetzte Massen sind, darstellen, sobald sie aus dem flüssigen Zustande ungehindert erstarren.

1) Begriff und Eintheilung der Mineralogie.

Die unorganischen Naturkörper, welche die feste Masse der uns bekannten Erdrinde bilden, werden unter dem allgemeinen Namen Mineralien oder Fossilien zusammengefasst. Mineralogie ist demnach jener Theil der Naturgeschichte, der sich mit Erforschung des Wesens und der Eigenschaften der die feste Masse unserer Erde bildenden unorganischen Naturkörper beschäftigt. Die Mineralogie selbst zerfällt wieder in zwei Theile — in die Oryctognosie und Geognosie. Erstere betrachtet die einfachen, aus (physisch) gleichartigen Theilen bestehenden Mineralien und zwar nur einzeln für sich; die Geognosie dagegen beschäftigt sich sowohl mit den einfachen, als auch mit den, durch Zusammensetzung aus den einfachen entstandenen, gemengten Mineralien in ihrem wechselseitigen Verhältnisse zu einander, untersucht die Beschaffenheit der Gesteine, und erforscht die Form, Structur und Lagerung der von ihnen gebildeten, die Erde constituirenden Gebirgsmassen. An die Geognosie schliesst sich als Hülfswissenschaft die Versteinerungs- oder Petrefactenkunde an, welche die in den verschiedenen Gebirgslagern eingeschlossenen, in Versteinerung übergegangenen Pflanzen- und Thierüberreste, welche oft wesentlich zur richtigen Charakteristik der Gebirgsformationen beitragen, zum Gegenstand ihrer Untersuchung macht. Von der Geognosie ist, was leider nur selten geschieht, und ihr zum grossen Nachtheile gereicht, die Geologie zu unterscheiden, welche die

geognostischen Erfahrungen zusammenfasst und, auf sie gestützt, den Versuch wagt, eine möglichst naturgemässe Theorie der Bildung und allmählichen Entwicklung der Oberfläche unseres Erdballs zu geben.

2) Die Oryctognosie als Wissenschaft.

Das allgemeine Streben des menschlichen Geistes, Verbindung und höhere Einheit im Einzelnen und Getrennten zu finden, war auch in der Mineralogie der Ausgangspunct zur Auffindung eines alle Mineralien zu einem geschlossenen Ganzen zusammenhaltenden Bandes gewesen. Zwei Wege aber gibt es, auf welchen dieses Ziel sich verfolgen lässt. Entweder folgt man nur einem oder dem anderen willkürlich erwählten, jedoch bedeutsam hervortretenden Merkmale als leitendem Principe, oder man bemüht sich, eine Anordnung der Mineralien nach den Graden ihrer natürlichen Verwandtschaft zu treffen. Die erste Methode — künstliches System — hat nur einen practischen, keineswegs aber einen wissenschaftlichen Werth, weil sie, die Kunst an die Stelle der Natur setzend, kein der Wirklichkeit entsprechendes Totalbild weder des Minerals, noch (wenn sie auf die anderen Theile der Naturgeschichte angewendet wird) irgend eines andern Naturkörpers zu geben vermag. Nur die zweite Methode — natürliches System — hat wissenschaftlichen Werth, denn nur sie begründet eine naturgemässe Anordnung.

Diese natürliche Verwandtschaft der Mineralien kann jedoch selbst wieder auf verschiedenen Wegen gesucht werden; entweder einseitig nur in der chemischen Zusammensetzung, oder ebenso einseitig nur in der mathematischen, als Crystall sich aussprechenden Form, oder endlich in dem

Inbegriffe aller wesentlichen äusseren und inneren, physikalischen und chemischen Kennzeichen, in welchen sich das Wesen der Mineralien naturgetreu abspiegelt. Zwar gehört der chemische Character eines Minerals zu dessen wesentlichen Eigenschaften, indem selbst, zum Theil wenigstens, die äusseren physischen dadurch bedingt sind, und überhaupt den chemischen Kräften im Bereiche des Unorganischen wegen ihres mächtigeren Einflusses auf die Natur der Körper eine grössere Bedeutung eingeräumt werden muss, als im Reiche der Organismen; aber für sich allein vermag die chemische Zusammensetzung kein naturhistorisches Gesamtbild eines Minerals zu geben.

Nicht minder einseitig und darum unnatürlich ist es, ausschliesslich auf den Grund der Crystallisation ein Mineralsystem erbauen zu wollen, weil sich in der Gestalt noch nicht das Gesamtwesen eines Minerals erschöpft, sondern nur dessen eine (äusserliche) Seite hier in die Erscheinung tritt; jene Seite nemlich, gemäss welcher das Mineral sich in selbstständiger Geschlossenheit als geregeltes Ganze darzustellen strebt, während doch in ihm, als unorganischem Gebilde, durch die überwiegende Macht äusserer Einwirkungen die selbstständige Thätigkeit des ursprünglichen Bildungstriebes vielfach beschränkt und gehemmt werden kann. Demnach erhellet hieraus, dass bei Bestimmung der, einer natürlichen Verwandtschaft der Mineralien zu Grunde liegenden wesentlichen Eigenschaften, auch die andere Seite derselben, gemäss welcher sie in Beziehung zu der Aussenwelt treten, berücksichtigt werden müssen.

Das wahrhaft naturgemässe und darum wahrhaft wissenschaftliche, auf der natürlichen Verwandtschaft beruhende Mineralsystem kann daher nur in dem Inbegriffe aller wesentlichen Eigenschaften der Mineralien gefunden werden. Welche Eigenschaften aber zu den wesentlichen zu rechnen seien, ergibt sich leicht aus der Betrachtung der

oben schon angedeuteten doppelten Seite, nach welcher das Wesen jedes Minerals, wie überhaupt jedes Dinges, nothwendig zu beurtheilen ist. Die eine Seite nemlich, welche sich als ein Isoliren, als ein Sichinsichselbstabschliessen und Fürsichbestehen der regelmässigen Form characterisirt, spricht sich im Mineralreiche als Crystallisation (Crystallform und crystallinische Structur) und Cohärenz (Stärkegrad des inneren Zusammenhangs der Masse) aus. Die andere Seite derselben, gemäss welcher sie in Wechselbeziehung mit der sie umgebenden Aussenwelt treten und als Glieder eines allgemeinen Naturlebens erscheinen, gibt sich im Mineralreiche als Schwere, Glanz, Durchsichtigkeit, Strahlenbrechung und dahin gehörende Erscheinungen, ferner als magnetische, electriche und chemische Kraft zu erkennen. Auf diesem Wege erhalten wir, als von der Natur selbst geboten, die grundwesentlichen Merkmale der Mineralien. Stimmen Mineralien in denselben mit einander überein, dann haben wir einen vollgültigen Grund, sie als natürliche Verwandte, oder selbst als völlig identisch anzusehen.

A. Das Mineral in seinem Fürsichbestehen.

a) *Crystallisation.*

Durch die Crystallisation scheiden sich die unorganischen Naturkörper aus dem Flüssigen aus, und gelangen durch Annahme einer bestimmten, regelmässigen Gestalt zu ihrem abgesonderten, individuellen Dasein. Allein der im Bereiche des Unorganischen thätige Bildungstrieb vermag noch nicht, jene weit höher stehenden abgerundeten Formen hervorzubringen, die wir an den organischen Gebilden bewundern, sondern, an starre Regelmässigkeit gebunden, characterisiren sich seine Bildungen durch die gerade Linie, die (meist) ebene Grenzfläche und den Winkel.

Der als Crystallisationskraft wirkende natürliche Bildungstrieb beschränkt sich aber nicht blos auf die Darstellung äusserer regelmässiger Gestalten, sondern diese Regelmässigkeit setzt sich auch in dem inneren Gefüge des Crystals fort, so, dass man auch im Inneren der Masse die nach bestimmten Richtungen und unter bestimmten Winkeln verbundenen Flächen wiederfindet. Ja die äussere regelmässige Gestalt fehlt sogar nicht selten, während die innere vorhanden ist. Solche Mineralien nennt man *crystallinische*. Gesellt sich aber zu der inneren geometrischen Regelmässigkeit auch noch die äussere regelmässige Begrenzung, so nennt man einen solchen Mineralkörper *crystallisirt* (einen Crystall). Seinem Wesen nach characterisirt sich demnach der Crystall in seiner äusseren Begrenzung durch (in der Regel) ebene Flächen, die unter bestimmten, bei gleicher Temperatur unveränderlichen Kanten und Ecken zusammenstossen, wobei stets die das innere Gefüge bildenden ebenen Flächen gewissen äusseren Begrenzungsflächen entsprechen.

a) Harmonie zwischen der crystallinischen Structur und der äusseren Crystallform.

Die Natur strebt in allen ihren Productionen nach Einheit und Harmonie. Darum muss auch der Naturforscher sein vorzügliches Augenmerk darauf richten, in allen Naturgebilden dieser Harmonie nachzuspähen. Es spricht sich aber diese Harmonie ganz vorzüglich in der Uebereinstimmung des Aeusseren mit dem Inneren aus, weil jenes nur der Abdruck von diesem ist. Auch im Reiche der Crystallisation muss demnach diese Harmonie zwischen Aeusserem und Innerem, nemlich zwischen der äusseren Crystallform und dem inneren crystallinischen Gefüge, wahrzunehmen sein. Beim Zerschlagen eines Crystals stellen sich nemlich manche dadurch sichtbar gewordene Bruchflächen als glatte, unter sich parallele Ebenen dar, nach deren Richtung

man den ganzen Crystall mit grösserer oder geringerer Vollkommenheit wiederholt spalten kann — eine Eigenschaft, der man den Namen **Structur** oder **crystallinisches Gefüge** gegeben hat, während man die durch die Spaltung entstehenden Flächen **Structurflächen** oder **Blätterdurchgänge** nennt.

Die **Structurflächen** sind nun entweder nur in einer **Richtung** aufeinandergeschichtet — **einfacher Blätterdurchgang** —, oder es findet sich nebstdem noch eine zweite **Blätterschichte**, welche die erste unter einem rechten oder schiefen **Winkel** durchschneidet — **zweifacher Blätterdurchgang** —, oder es finden sich endlich diese zweifachen **Blätterschichten** noch von einer dritten, vierten, fünften und sechsten durchschnitten, wodurch der **drei-, vier-, fünf-, sechsfache Blätterdurchgang** entsteht.

Was nun die allgemeine Harmonie dieser **Structur** mit der äusseren Form betrifft, so gilt hier das Gesetz: Die **Structurflächen** sind stets mit den herrschenden äusseren **Begrenzungsflächen** entweder der **Grundform** oder einer der abgeleiteten Formen des Crystalls parallel, wobei man unter **Grundform** jene einfache Crystallform versteht, welche nur von solchen Flächen begrenzt ist, die einer einzigen Art von Körperform angehören, aus der sich durch Spalten nach der **Richtung** der **Structurflächen** eine Reihe anderer Formen ableiten lässt, die man ebendesshalb abgeleitete Formen nennt. Die vollkommensten **Structurflächen**, d. i. jene, nach deren **Richtung** sich der Crystall am vollkommensten spalten lässt, bestimmen dabei stets die natürliche **Grundform**, woraus dann entweder durch Ausdehnung einiger Flächen auf Kosten anderer, oder durch das Erscheinen ganz neuer Flächen eine Reihe abgeleiteter Crystallformen entsteht.

β) *Crystallsysteme.*

Der menschliche Geist, der alles Einzelne auf höhere Einheit zurückzuführen strebt, begnügte sich nicht damit, die einer Mineralgattung zugehörige Reihe von Crystallformen auf eine gemeinsame Grundform zurückzuführen, sondern man bemühte sich auch, diese verschiedenen Grundformen selbst wieder nach allgemeinen Principien zusammenzustellen. Auf diese Weise entstanden die verschiedenen Crystallsysteme, die man auf die Lage und verhältnissmässige Länge der Crystallachsen baute. Man versteht nemlich unter Crystallachsen jene geraden, durch den Mittelpunkt des Crystalls gehenden Linien, welche entweder Ecken oder Mittelpunkte von Kanten oder von Flächen mit einander verbinden. Jedem dieser verschiedenen auf die Achsenverhältnisse gebauten Systeme liegen gewisse einfache Formen zu Grund, auf die, sowohl nach mathematischen als physischen Gesetzen, alle übrigen Formen desselben Systems sich zurückführen lassen.

Was nun die besonderen Verhältnisse der Achsen anbetrifft, so zählen die Crystalle derselben entweder drei oder vier (drei-, vierachsige Crystalle). Bei den dreiachsigen Crystallen, deren Achsen stets rechtwinklig sich schneiden, sind entweder alle drei Achsen unter sich gleich lang, oder es sind nur zwei von gleicher Länge, oder sie sind endlich alle einander in der Länge ungleich. Die vierachsigen Crystalle characterisiren sich durch drei unter Winkeln von 60° sich schneidende und in eine Ebene fallende Achsen, worauf die vierte senkrecht steht. Aus den Längenverschiedenheiten der Achsen der dreiachsigen Crystalle entsteht das reguläre (bei drei gleich langen sich rechtwinklig schneidenden Achsen), das quadratische (bei zwei gleich langen, aber von der dritten verschiedenen Achsen) und das rhombische (bei drei ungleich langen Achsen)

System; aus den vierachsigen Crystallen aber entsteht das hexagonale System.

b) *Cohärenz.*

Jedes Ding lässt sich (wie bereits früher bemerkt wurde) in doppelter Beziehung betrachten, einmal als ein für sich bestehendes Ganze, und dann als ein zu einem höheren Ganzen gehörender Theil. Nach der ersten Betrachtungsweise liegt in jedem Ding gleichsam das Streben ausgesprochen, sich zu individualisiren, ein besonderes Ding für sich zu sein, so wie auch in dieser Individualisirung sich (als Individuum in seiner Totalität) zu behaupten. Der zweiten Betrachtungsweise gemäss erscheint jedes Ding auch in den Kreis eines allgemeinen Lebens mithineingezogen und in Wechselbeziehung mit anderen Dingen stehend. Dieses doppelte Sein der Dinge überhaupt haben wir nun auch auf die Mineralien angewendet, um daraus deren wesentliche Merkmale abzuleiten. Das Streben nach Individualisirung sahen wir bereits in der Crystallisation ausgesprochen, das Streben aber, in dieser Individualität sich zu behaupten, giebt sich in der Cohärenz, d. h. in dem Grade des inneren Zusammenhangs der Mineralmasse kund.

Die Stärke dieser Cohärenz offenbart sich durch die verschiedenen Abstufungen der Härte, worunter man den Widerstand versteht, den ein Mineral der Trennung seiner Theile entgegensetzt. Die Härte ist darum auch als ein wesentliches Merkmal der Mineralien anzusehen. Sie allein führt sogar nicht selten schon zur Unterscheidung verschiedener Mineralsubstanzen.

Diese Härtegrade können indessen nur vergleichungsweise angegeben werden. Mohs wählte zur Construction einer sogenannten Härtescala zehn Mineralien aus, von denen das erste, nemlich der Talk, als das weichste, kein anderes Mineral ritzt; das zehnte oder letzte aber, nemlich

der Diamant, als das härteste, von keinem anderen Minerale geritzt wird. Zwischen diesen, den Anfangs- und Endpunct der Scala bildenden weichsten und härtesten Mineralien stehen nun acht andere, wovon jedes das ihm unmittelbar vorhergehende ritzt, ohne von ihm geritzt zu werden, während es selbst von dem unmittelbar folgenden härteren geritzt wird. Sie sind folgende: 1) Talk, 2) Gyps, 3) Kalkspath, 4) Flussspath, 5) Apatit, 6) Feldspath, 7) Quarz, 8) Topas, 9) Sapphir, 10) Diamant. Durch Vergleichung eines Minerals mit den zehn Gliedern dieser Scala (durch Ritzversuche) bestimmt man den noch unbekannten Härtegrad desselben, den man dann am kürzesten durch die treffende Zahl von 1 bis 10 bezeichnet.

B. Das Mineral als Glied im allgemeinen Leben.

a) Schwere.

Gemäss seiner Schwere ist jedes materielle Wesen, also auch das Mineral, in den Kreis des allgemeinen Lebens gezogen, und jener Kraft unterworfen, vermöge welcher jeder sich selbst überlassene Körper in senkrechter Richtung sich nach der Oberfläche der Erde bewegt. Diese Kraft wird **Schwerkraft** genannt, und alle Körper, seien sie auch noch so verschieden unter sich, werden mit gleicher Stärke von der Schwerkraft afficirt, d. h. alle Körper sind gleich schwer. Da aber die Erfahrung lehrt, dass gleich grosse Körper verschiedenen Druck auf ihre Unterstützungen äussern, d. h. verschiedenes Gewicht haben und dieses nur eine Folge von der ungleichen Menge der materiellen Theilchen in diesem Raume sein kann, so bildet sich hieraus der Begriff der specifischen Schwere, welche durch das Gewicht eines Körpers bei bestimmtem Raume desselben gemessen wird. Demnach wird bei gleichem Rauminhalte (Volumen) derjenige Körper der specifisch

schwerste sein, der in diesem Raume die meiste Masse enthält. Zwei gleich grosse Würfel von verschiedenen Mineralien werden desswegen — weil sie in demselben Raume verschiedene Massenquantitäten enthalten, oder weil sie, wie man gewöhnlich sagt, von verschiedener Dichtigkeit sind — auch in Bezug auf ihr specifisches Gewicht verschiedene Resultate geben.

Da die specifische Schwere eines Körpers eine relative Grösse ist, so musste man zur Bestimmung derselben das Gewicht irgend eines Körpers als Einheit annehmen. Man wählte dazu das reine Wasser bei bestimmter Temperatur, und bestimmte nun, zur Auffindung des sogenannten specifischen oder Eigengewichts eines Körpers, wievielmals ein gewisses Volumen der Masse desselben mehr oder weniger wiegt, als ein gleiches Volumen reinen Wassers. Dieses Resultat, in Zahlen ausgedrückt, giebt das specifische Gewicht, welches in höchst mannigfaltigen Abstufungen als ein natürliches Kennzeichen der Mineralien erscheint.

b) *Glanz.*

Durch den Glanz offenbaren die Körper ihre Wechselbeziehung zu dem Lichte und diese Eigenschaft kommt den Mineralien dann zu, wenn sie die Fähigkeit besitzen, das Licht auf ihren Flächen zu reflectiren. Nicht jede Art dieser Lichtreflexion kann jedoch als constant charakteristisches Merkmal der Mineralien benutzt werden, sondern nur jener Glanz, welchen die unveränderten äusseren Crystallflächen oder die Bruch- und Structurflächen von sich werfen.

Der Glanz der Mineralien scheint, im Allgemeinen wenigstens, in einem gewissen Verhältnisse zu ihrer Dichtigkeit zu stehen. Denn die dichtesten Mineralien, die Metalle, zeichnen sich durch einen besonders charakteristischen, eigenthümlichen Glanz, den sogenannten Metallglanz aus. Bei den Mineralien von geringerer Dichtigkeit, z. B. bei

den Edelsteinen, zeigt sich der **Diamantglanz** (beim Diamant) und der **Glasglanz** (beim Quarz). Die übrigen auf einer niederen Stufe der Dichtigkeit stehenden Mineralien wechseln zwischen dem immer matter werdenden **Fett-** und **Perlmutterglanze**.

c) *Durchsichtigkeit.*

Man versteht unter **Durchsichtigkeit** der Mineralien diejenige Eigenschaft derselben, den auf sie fallenden Lichtstrahlen den Durchgang zu gestatten. Auch die **Durchsichtigkeit** ist demnach eine Eigenschaft, gemäss welcher das Mineral in Wechselbeziehung zu dem Lichte tritt. Lässt das Mineral die auftreffenden Lichtstrahlen vollkommen durch, so dass ein durch dasselbe betrachteter Gegenstand mit voller Deutlichkeit gesehen wird, so nennt man es **durchsichtig**; ist es dabei auch noch vollkommen farblos, so heisst es **wasserhell**. Bei **halbdurchsichtigen** Mineralien kann der hinter dasselbe gebrachte Gegenstand nur noch in undeutlichen Umrissen gesehen werden. Wird dieser gar nicht mehr erkannt, sondern nur noch ein durchscheinendes Licht bemerkt, so nennt man das Mineral **durchscheinend**. Macht sich dieser Lichtschein nur an Splintern, oder an den scharfen Kanten des Minerals merklich, so heisst es **an den Kanten durchscheinend**; lässt es aber selbst in den kleinsten Theilchen und an den schärfsten Kanten durchaus keinen Lichtschein durchschimmern, dann wird es **undurchsichtig** genannt.

Es versteht sich von selbst, dass die **Durchsichtigkeit** nach der Dicke der Masse eines Minerals sehr verschieden ist, und mit dieser im umgekehrten Verhältnisse steht. Bei den Crystallen hängt der **Durchsichtigkeitsgrad** von der Structur ab, so dass ein und derselbe Crystall, nach verschiedenen Achsenrichtungen betrachtet, auch verschiedene Grade der **Durchsichtigkeit** zeigt. Daher kommt es denn

auch, dass manche Mineralgattung, z. B. der Quarz, alle Stufen der Durchsichtigkeit darbietet; wogegen andere, wie z. B. die gediegenen Metalle, für das Licht stets völlig undurchdringlich sind.

d) *Strahlenbrechung.*

Unter **Strahlenbrechung** oder **Refraction** versteht man die Ablenkung der Lichtstrahlen von ihrer vorigen **Richtung**, sobald sie unter einem schiefen Winkel aus einem durchsichtigen Medium in ein anderes von grösserer oder geringerer Dichtigkeit übergehen. Es kommt hierbei auf die bei gleichem Einfallswinkel stattfindende grössere oder geringere Ablenkung der Lichtstrahlen an, wornach dann die **Refractionskraft** eines Minerals, das übrigens von reiner Substanz sein muss, als grösser oder geringer geschätzt wird.

Man unterscheidet die einfache und die doppelte **Strahlenbrechung**. Bei der einfachen bleiben die Lichtstrahlen während ihres Durchganges durch das Mineral vereinigt, bei der doppelten hingegen spalten sie sich in zwei Strahlenbündel, wesswegen man auch die hierdurch betrachteten Gegenstände doppelt erblickt. Der eine von diesen Strahlenbündeln folgt dabei den Gesetzen der einfachen Strahlenbrechung und heisst der gewöhnliche oder ordentliche; den anderen nach eigenthümlichen Gesetzen gebrochenen aber nennt man den ausserordentlichen. Man beobachtet hierbei den Abstand zwischen den beiden Strahlenbündeln und bezeichnet ihn mit dem Namen **Aberrationsweite**. Den physischen Grund der Durchsichtigkeit setzt man in eine Verwandtschaft des Lichts zu den durchsichtigen Körpern, und leitet die Reflexion von dem Mangel einer solchen Verwandtschaft ab, wobei das Licht seiner ihm eigenthümlichen Expansivkraft folgt.

e) *Polarisation des Lichts, Opalisiren und Irisiren.*

Die doppelte Strahlenbrechung hat stets auch die Lichtpolarisation in ihrem Gefolge, welche darin besteht, dass ein Lichtstrahl, wenn er von einem durchsichtigen Medium zurückgeworfen oder gebrochen worden ist, und man ihm nun ein zweites solches Medium darbietet, von diesem nicht in allen Fällen nach den allgemeinen Gesetzen der Katoptrik und Dioptrik zurückgeworfen oder gebrochen wird. Ein auf diese Weise nicht nach den gewöhnlichen Gesetzen zurückgeworfener oder gebrochener Lichtstrahl heisst ein polarisirter.

Das Opalisiren so wie das Irisiren sind Farbenerscheinungen, wovon Ersteres darin besteht, dass man auf der Oberfläche des diese Eigenschaft besitzenden Minerals, vorzüglich des Opals, ein wechselndes Spiel verschiedener Farben bemerkt, während beim Irisiren sich im Inneren der Mineralmasse mehr oder weniger concentrisch ringförmige in den Regenbogenfarben spielende Gestalten zeigen.

f) *Electrische Eigenschaften.*

Tritt das Mineral mit der electrischen Materie in wahrnehmbare Wechselbeziehung, so zeigen sich an ihm mancherlei Erscheinungen, welche man electrische nennt. Sie werden durch Erwärmung, Reibung, bisweilen sogar schon durch Druck hervorgebracht und bestehen darin, dass Mineralien, welche die Fähigkeit zu dieser Wechselwirkung besitzen, leichte Körper anziehen und abstossen, im Dunkeln zuweilen ein eigenthümliches Licht zeigen oder selbst einen knisternden Funken auf nahe hingehaltene Körper überspringen lassen. Da man diese Erscheinungen schon von Alters her an dem geriebenen Bernstein (Electrum)

wahrgenommen hatte, so entstanden daraus die Namen: Electricität, electrisch u. dergl. Manche Mineralien besitzen in hohem Grade die Eigenschaft, die irgendwo erregte Electricität aufzunehmen und sehr schnell durch sich fort und auf andere Körper überzuleiten, wie z. B. die Metalle; während andere, wie z. B. die Harze, welche durch Reiben electrisch geworden sind, die Electricität nicht fortleiten und jene mit ihnen verbundenen electrisirten Körper isoliren, d. h. dieselben von jeder fortleitenden Verbindung abschneiden. Die Mineralien werden desswegen in Bezug auf diese Erscheinungen in Leiter und Nichtleiter der Electricität eingetheilt. Alle Nichtleiter können durch Reibung electrirt werden, Leiter aber nur dann, wenn man sie isolirt. Dabei werden die Mineralien theils positiv, theils negativ electrisch. Man versteht nemlich unter positiver Electricität jene, welche durch Reiben des Glases mittelst eines nicht isolirten mit Amalgama bestrichenen Lederstückes erregt wird, während die durch Reibung von Harz mit einem Stücke recht trockenen Pelzes hervorgerufene negative genannt wird. Beide Electricitäten bilden nemlich unter sich einen Gegensatz, indem z. B. ein an einem isolirenden Seidenfaden aufgehängtes Kügelchen von Hollundermark, welches vom electrisirten Glase abgestossen worden ist, von dem in Electricität versetzten Harze (z. B. der mittelst Tuch geriebenen Siegellackstange) angezogen wird und umgekehrt. Diese Erscheinung kehrt überall wieder, wo positiv und negativ electrisirte Körper einander nahe kommen. Da nun der Grund davon kein anderer ist, als weil dies mit dem positiv electrisirten Körper in Berührung gekommene Kügelchen ebenfalls positiv electrisch geworden ist und nun eben wegen seiner positiven Electricität zuerst von jenem Körper abgestossen und nun von dem negativ electrisirten Körper angezogen wird, so gilt das allgemeine Gesetz: Ungleichnamig electrisirte Körper ziehen einander an, gleichnamig electrisirte Körper aber stoßen einander ab.

Durch Erwärmung mancher Mineralien wird in ihnen die sogenannte Thermoëlectricität hervorgerufen, die als polarische Electricität mit der Crystallisation in der innigsten Verbindung steht, was sich daraus ergibt, dass die meisten polarisch - electrischen Crystalle an beiden Enden verschiedenen Crystallformen angehörige Flächen zeigen.

g) *Magnetische Eigenschaften.*

Die Eigenschaft des Magnetismus, gemäss welcher die Körper in Wechselbeziehung zum allgemeinen Erdmagnetismus treten, offenbart sich im Mineralreiche dadurch, dass eisenhaltige Stoffe, in die Nähe der Magnetnadel gebracht, dieselbe anziehen. Wirken die beiden entgegengesetzten Enden eines Minerals abwechselnd anziehend und abstossend auf die Pole der Magnetnadel, dann nennt man das Mineral polarisch-magnetisch, es ist selbst ein wirklicher Magnet mit zwei magnetischen Polen, deren einen man bekanntlich Nordpol, den anderen Südpol nennt. Wirkt dagegen ein Mineral auf beide Pole der Magnetnadel nur anziehend, so nennt man es einfach- oder attractorisch-magnetisch. Der ursprünglich polare Magnetismus findet sich nur bei dem Magneteisenerz, der einfache Magnetismus aber bei verschiedenen Mineralien.

h) *Chemische Eigenschaften.*

Unter den chemischen Eigenschaften der Mineralien versteht man jene, gemäss welcher entweder mehrere ungleichartige Stoffe zu einem gleichartigen Körper vereinigt, oder gleichartige Stoffe in mehrere ungleichartige zerlegt werden können. Es lassen sich aber nicht alle mineralischen Körper in einfachere Bestandtheile zerlegen, und darum unterscheidet man chemisch-einfache und chemisch-zusammengesetzte Mineralien. Von den bis jetzt entdeckten

57 einfachen oder Elementarstoffen kommen mehrere in der Natur für sich und unvermischt als Mineralien vor, wie z. B. Schwefel, Eisen, Blei, Kohlenstoff u. s. w. Bei weitem die meisten Mineralien aber stellen sich als chemische Verbindungen von mehreren Grundstoffen dar. Bei diesen Verbindungen zeigt sich mit wenigen Ausnahmen die gesetzmässige Eigenthümlichkeit, dass sie entweder aus nur zwei Elementarstoffen bestehen (einfach-binäre Verbindungen), oder, wofern sie eine grössere Anzahl derselben enthalten, diese doch stets zu je zwei mit einander vereinigt sind (mehrfach-binäre Verbindungen). Analysirt man nemlich auf chemischem Wege ein Mineral, welches mehr als zwei Elemente enthält, so wird es stets zunächst in zwei Bestandtheile zerfallen, wovon jeder sich wieder in zwei Bestandtheile zerlegen lässt u. s. w., bis man endlich zu nicht weiter chemisch zerlegbaren Stoffen, d. h. zu den Elementen, gelangt. Jene Bestandtheile, in welche zunächst ein Mineral zerfällt, nennt man die näheren, im Gegensatze zu den wiederum in diesen enthaltenen Theilen oder Elementen, welche die entfernteren Bestandtheile darstellen.

Die verschiedenen Verbindungen der Grundstoffe zur Erzeugung der mannigfaltigsten neuen Körper erfolgen nach bestimmten, unabänderlichen Gesetzen. Sie sind die Folge der gegenseitigen chemischen Anziehung und bilden sich stets nach feststehenden Zahlenverhältnissen. Das durch diese Zahlenverhältnisse ausgedrückte Gewicht solcher Massen heisst Mischungs- oder Atomen-Gewicht und die Lehre davon Stöchiometrie. Zur Bestimmung dieser Mischungsgewichte nimmt man theils den Wasserstoff, theils und vorzüglich den Sauerstoff als Einheit an, und bezeichnet durch Zahlen die Quantität, in welcher die übrigen Stoffe mit diesem in Verbindung treten.

Die Erforschung der chemischen Eigenschaften der Mineralien geschieht auf doppelte Weise, entweder auf dem sogenannten trockenen Wege, d. i. durch ihr Verhalten im

Feuer, oder auf nassem Wege, d. i. durch ihr Verhalten im Wasser, in Säuren oder in Alkalien-Lösungen.

Auch sind noch zuletzt der Geruch, der Geschmack und das Anhängen an der Zunge oder an der feuchten Lippe bei den Mineralien den von dem Mineralogen wohl zu beachtenden chemischen Qualitäten beizuzählen.

3) G e o g n o s i e.

Die Geognosie haben wir als jenen Theil der Mineralogie kennen gelernt, der sich sowohl mit den einfachen als auch mit den durch Zusammensetzung aus den einfachen entstandenen gemengten Mineralien in ihrem wechselseitigen Verhältnisse beschäftigt, die Beschaffenheit der Gesteine untersucht und uns mit der Form, Structur und Lagerung der von ihnen gebildeten Gebirgsmassen bekannt macht. Bevor aber von diesen nächsten Bestandtheilen unserer Erde die Rede sein wird, haben wir diese selbst im Ganzen nach ihrem eigenthümlichen Leben zu betrachten.

a) *Die Erde als Organismus.*

Verstehen wir unter Organismus, in einem häufig gebrauchten Sinne, den Inbegriff mannigfaltiger unter sich in Wechselbeziehung stehender Theile, welche durch fortwährende innere Thätigkeit das von ihnen gebildete Ganze erhalten, so dürfen wir nicht anstehen, auch unseren Erdball einen Organismus zu nennen, und ihm ein eigenthümliches Leben beizulegen. Denn das Streben nach selbstständiger Abgeschlossenheit, das sich im Kleinen in der Tropfenbildung des Wassers, so wie in den sphärischen Gestalten vieler Mineralien ausspricht, offenbart sich auch in der

Kugelgestalt unserer Erde, so wie der Weltkörper überhaupt. Wie dort im Kleinen, so zeigt hier im Grossen die unorganische Materie die Tendenz, sich zu individualisiren und ein von äusseren Einflüssen so viel als möglich unabhängiges Dasein zu erringen. Diese individuelle Existenz der Erde offenbart sich nun auch durch eine ihre gesammte uns bekannte Masse durchdringende stets rege Thätigkeit. Denn wiewohl menschliche Arbeiten (nach Alex. von Humboldt im Kosmos S. 166) noch nicht viel mehr als 2000 Fuss in senkrechter Tiefe unter den Meeresspiegel vorgedrungen sind, und man noch 10,000mal tiefer hinabsteigen müsste, um den Mittelpunkt der Erde zu erreichen, so verräth sich dennoch oft nur allzu vernehmlich in Erdbeben, Gasausbrüchen, heissen Quellen, Schlammvulcanen und Lavaströmen die Wirksamkeit gewaltiger, tief im Inneren des Erdkörpers waltender Kräfte; und wenn auch auf der Oberfläche der Erde sich diese Erscheinungen nicht allgemein und fortwährend bemerklich machen, so ist zu bedenken, dass diese inneren Bewegungen unseres Planeten durch die äussere, uns allein näher bekannte Erdrinde aller Wahrnehmung entzogen sind.

Als lebendige Glieder des grossen Erdganzen sind vorzüglich die Atmosphäre und das Wasser zu betrachten. Jene, welche hauptsächlich aus zwei Gasarten, Sauerstoff und Stickstoff besteht, macht das Athmen lebender Wesen in ihr nur durch den in ihr enthaltenen Sauerstoff möglich. Allein obgleich der atmosphärischen Luft durch den Athmungsprocess, durch Fäulniss, Verbrennen und auf anderen Wegen beträchtliche Quantitäten Sauerstoff entzogen werden, obgleich viele Mineralien denselben an sich ziehen und bei ihrer Zersetzung verunreinigen, so zeigt dennoch die atmosphärische Luft an allen Orten stets genau denselben Gehalt an Sauerstoff. Zwar ist uns bekannt, dass die vegetabilische Schöpfung zu dieser Regeneration der Atmosphäre wenigstens einigermaßen beiträgt, indem die grünen

Pflanzentheile im Sonnenscheine Sauerstoffgas aushauchen, dagegen das kohlen-saure die Luft verunreinigende Gas auf-saugen; allein diese Thätigkeit der grünenden Pflanzentheile scheint doch nicht hinreichend zu sein, die Atmosphäre in ihrer unveränderlichen Reinheit zu erhalten. Wenn uns in-dess auch die übrigen hiebei mitwirkenden Umstände nicht bekannt sind, so erkennen wir doch in der zum Fortbestand der lebenden Wesen nothwendigen sich stets gleich blei-benden Zusammensetzung der atmosphärischen Luft eine durch mannigfaltige Wechselwirkung von Kräften bestehende lebendige Selbsterhaltung.

Nicht minder auffallend ist der Wechselverkehr des Wassers mit den festen Bestandtheilen unserer Erde. Von dieser erhebt es sich in Dunstform in die Atmosphäre, fällt als Thau und Regen wieder herab, wird von der Erde auf-gesaugt, eignet sich durch seine auflösende Kraft von ihren Stoffen an, quillt dann als Quelle wieder hervor, sammelt sich in Bächen, Flüssen und Meeren, um von hier auf's Neue seinen Kreislauf zu beginnen. Wegen seiner Alles belebenden und erhaltenden Wirkungen, welche das Was-ser überall bei diesen seinen Wanderungen zurücklässt, kann man seine regelmässige Bewegung passend mit dem Kreislaufe des Blutes im thierischen Organismus vergleichen.

b) Unorganische Bestandtheile der Erde.

Wenn man unter Geognosie die Kenntniss von den unseren Erdkörper zusammensetzenden Mineralien und deren besonderen Lagerungsverhältnissen versteht, so muss dies in einem sehr beschränkten Sinne genommen werden. Denn nur die geognostischen Bestandtheile der äussersten Erd-rinde sind uns, und auch diese nicht allgemein, bekannt. Was tiefer als 2000 Fuss unter das Meeresniveau sich hinabsenkt, entzieht sich der menschlichen Forschung und kann nur noch aus den Eruptionsmassen gegenwärtig thätiger

Vulcane oder bisweilen auch, wie bei Kohlenflözen, durch muldenförmig gekrümmte Schichten, die sich abwärts senken, um in einer durch Messung bestimmbaren Entfernung wieder aufzusteigen, erschlossen werden.

Die einzelnen Gebirgsmassen sind aus Gebirgs- oder Felsarten gebildet, welche entweder aus oryctognostisch-einfachen Fossilien bestehen, oder als Gemenge verschiedenartiger einfacher Mineralien erscheinen. Jene werden gleichartige, diese ungleichartige Felsarten genannt. Beide treten entweder geschichtet auf, wenn sie in parallel auf einander ruhenden Lagen (Schichten) vorkommen, oder massig, wenn kein derartiger Schichtenparallelismus wahrzunehmen ist. Uebrigens finden zwischen den geschichteten und massigen Gebirgsarten zahlreiche, durch Zwischenglieder vermittelte Uebergänge statt; ein Umstand, der bei geologischen Untersuchungen wohl zu beachten ist, damit man nicht Gesteine, die gemäss ihrer Bestandtheile und Lagerungsverhältnisse mit einander verwandt sind, als auf ganz verschiedenem Wege entstanden betrachte.

Die massigen Gesteine bilden, so weit man in die Tiefe vorzudringen im Stande war, überall den Kern oder das Gerüste der gesammten Erdrinde, worauf sich erst später die geschichteten Felsarten abgelagert haben. Denn die Betrachtung der uns bekannten Gebirgsmassen nach ihren verschiedenen Lagerungsverhältnissen belehrt uns, dass die Erde nur nach und nach ihre jetzige Oberflächenbeschaffenheit erlangt habe und zu verschiedenen Zeiten der Schauplatz gewaltiger Catastrophen gewesen sein müsse.

Eine Reihe von theils mehr oder weniger senkrecht geschichteten, theils völlig ungeschichteten Gebirgsarten, ausgezeichnet durch crystallinisches Gefüge und durch Härte, hat man, ihrer relativ tiefsten Lage wegen, für die ältesten gehalten und Urgebirge genannt. Von diesen unterscheidet man unter dem Namen Sedimentgestein (unter

welcher Benennung man die früher sogenannten Uebergangs-, Flöz- oder Secundär- und Tertiär-Gebirge zusammenfasst) jene Felsarten, welche sich durch undeutlicheres crystallinisches Gefüge und durch die, besonders in Ebenen vorherrschende, Tendenz zur horizontalen Schichtenablagerung auszeichnen. Da übrigens diese letztgenannten Gebirgsarten nicht, wie vielfach angenommen wird, mechanische Schlammniederschläge, sondern wahre chemische Gebilde sind, so darf es nicht wundern, ihre Schichten mehrfach schon von der Zeit ihres Ursprungs an, den Gesetzen der Schwere entgegen, in geneigter Lage gegen den Horizont zu finden, weil wir ja auch bei den Urgebirgsarten und zwar hier, wegen des noch kräftigeren Wirkens chemisch-crystallinischer Kräfte, die geneigte Schichtenstellung vorherrschend antreffen. Auch mechanisch wirkende Kräfte mögen häufig bei den Sedimentgesteinen eine von der horizontalen Schichtung abweichende, mehr oder weniger geneigte Schichtenstellung hervorgebracht haben; dort nemlich, wo diese Felsarten an den sich schief abdachenden Gehängen der Urgebirge sich ablagerten und dabei, ihrer Unterlage gemäss, eine schiefe Lage annehmen mussten; eine Erscheinung, welche die Erfahrung auch wirklich bestätigt.

Bei weitem die meisten Schichten bilden mit dem Horizont einen schiefen Winkel und man bezeichnet diese Neigung mit dem Ausdrücke des Fallens der Schichten. Das Sichforterstrecken der Gebirgsschichten in die Länge nach einer bestimmten Weltgegend nennt man ihr Streichen und misst die Richtung desselben durch den Winkel, den die Streichungslinie mit dem Meridian eines Ortes macht. Diese Streichungslinie entspricht fast allgemein in ihrer Richtung der herrschenden Längenausdehnung des Gebirges, und Abweichungen davon sind nur als Ausnahmen von der allgemein geltenden Regel zu betrachten.

c) *Ursprünglich organische Bestandtheile der Erde.*

In einer grossen Reihe verschiedener Gebirge findet man Ueberreste organischer Wesen oft in bedeutender Menge eingeschlossen, die man unter dem allgemeinen Namen Versteinerungen oder Petrefacten zusammenfasst. Diese organischen Körper oder Körpertheile, theils aus dem Pflanzen-, theils aus dem Thierreiche stammend, sind entweder von einer Mineralmasse durchdrungen oder in eine solche umgewandelt, oder auch blos des thierischen Leimes beraubt (calcinirt), oder endlich in durchsichtigen Mineralien (z. B. im Bernstein) eingeschlossen.

Jene Gebirge, die man für die ältesten hält, die sogenannten Urgebirge, sind völlig frei von Versteinerungen, theils weil bei ihrer Bildung noch keine organischen Wesen existirten, theils weil überhaupt ihre eigenthümliche Beschaffenheit die Petrefacten auszuschliessen scheint, indem diese Gesteine, auch wenn sie als spätere Bildungen (wie z. B. der jüngere Granit) nochmals auftreten, versteinerungsleer gefunden werden.

Was die allgemeine Vertheilung der organischen Ueberreste in den mineralogisch-verschiedenen Gebirgsarten betrifft, so hat sich das Resultat ergeben, dass in den Kalkgebirgen vorherrschend thierische Organismen; dagegen in den Sandstein- und Steinkohlen-Gebirgen vorherrschend urweltliche Pflanzenüberreste sich vorfinden. Auch enthält jede Gebirgsformation unter ihren organischen Einschlüssen solche, die ihr allein eigenthümlich sind; ja Agassiz behauptet sogar, gestützt auf seine Untersuchungen über die fossilen Fische, Echinodermen und Conchylien, dass keine einzige Art verschiedenen Formationen angehöre, sondern jede Abtheilung ihre eigenthümlichen Petrefacten enthalte, eine Ansicht, die von Bronn, einem nicht minder ausgezeichneten Paläontologen, nicht getheilt wird.

In den älteren und ältesten petrefactenführenden Gebirgsschichten treten sowohl die Thier- als Pflanzen-Versteinerungen entweder in einer von der gegenwärtigen sehr verschiedenen Beschaffenheit auf, oder wenn sie eine Aehnlichkeit mit organischen Wesen der Jetztwelt zeigen, so finden sich diese heutzutage nur noch in wärmeren Climates, als jene sind, wo man sie als Versteinerungen antrifft, lebend vor. Dies ist ein Beweis dafür, dass in der Urzeit ein gleichmässigeres und wärmeres Clima über die gesammte Erde verbreitet war. Auch waren die Thiere und Pflanzen der Urwelt (besonders der ältesten) noch ganz an das Element des Wassers gebunden und zum Aufenthalte in diesem organisirt. Später erst traten warmblütige Thiere auf, es entwickelte sich der Unterschied zwischen Land- und Wasser-Thieren, zwischen Meeres- und Süsswasser-Bewohnern, und die organische Schöpfung der Vorzeit näherte sich hierdurch in ihren Formen mehr und mehr denen der Jetztwelt. Allein so gross auch die Verschiedenheit der urweltlichen Thiere und Pflanzen von den jetztlebenden ist, so lassen sie sich doch sämmtlich, sogar mit Einschluss der ältesten, wenigstens in die unsere heutigen Organismen umfassenden Classen einreihen.

Diese Versteinerungen, sowohl aus dem Pflanzen- als Thierreiche, sind meist bis auf ihre zärteren Theile vollkommen gut erhalten, auch im Allgemeinen nicht unordentlich durcheinandergeworfen, was der Fall sein müsste, wenn sie durch gewaltige Wasserfluthen von ihrem ursprünglichen Aufenthaltsorte an ihrem jetzigen Fundorte wären zusammengeschwemmt worden. Alles spricht dafür, dass sowohl die Pflanzen als auch die Thiere der Urwelt in denselben Gegenden, wo man sie gegenwärtig als Petrefacten findet, gelebt und zwar oft lange und ruhig gelebt und sich zahlreich vervielfältigt haben. Auch müssen jene Schichten, von denen sie umschlossen sind, einst die oberste Lage der Erdrinde gebildet haben, worauf jene Wesen lebten.

Später aber wurden sie unter den Schichten späterer Ablagerungen begraben, auf denen dann wieder neue Generationen lebten und starben und ebenfalls ihre Reste als Petrefacten hinterliessen.

Aus dem Gesagten ergibt sich nun die grosse Wichtigkeit dieser versteinerten organischen Ueberreste für die Geognosie sowohl als auch für die Geologie, welche sich die Erforschung der Entstehung und des Alters der einzelnen Gebirgsformationen zur Aufgabe setzt. Für die Geognosie, indem gewisse Lagen der Erdrinde erst durch die in ihnen eingeschlossenen Versteinerungen characterisirt und mit Formationen ferner Gegenden als identisch erkannt werden; für die Geologie, indem die Vertheilung der Petrefacten in den verschiedenen Gebirgen im innigsten Zusammenhange mit der Geschichte der Erdrinde und mit den Veränderungen steht, welche dieselbe in den verschiedenen Perioden ihrer Ausbildung erfahren hat.

4) Uebersicht der Geschichte der Mineralogie, Geognosie und Petrefactenkunde. Systeme.

Mineralien sowohl als Gebirgsarten wurden zwar schon von den ältesten Völkern zu mancherlei Gebrauch aufgesucht und verwendet, allein erst verhältnissmässig spät fing man an, diese Naturproducte einer wissenschaftlichen Behandlung zu unterwerfen. Der Erste, der in seinen Schriften auch von den Mineralien handelt, ist Aristoteles von Stagira (384 — 322 v. Chr.), der die Mineralien in *ὄρυκτα* und *μεταλλοῖδα* eintheilt. Von seinem Schüler Theophrast von Eresus auf Lesbos, wo er im Jahre 371 v. Chr. geboren ward, besitzen wir eine Schrift *περὶ λίθων*, aus der man aber erkennt, dass der Verfasser weder von

der Gesetzmässigkeit der Crystallbildung, noch von der chemischen Composition, noch überhaupt von einem Systeme eine Ahnung hatte.

Bei den Römern war es C. Plinius Secundus (geb. 23 n. Chr. zu Verona oder nach Andern zu Como, † 79), der, wie in Betreff der übrigen Reiche der Natur, so auch in Betreff der Mineralogie in seiner mit staunenswerther Belesenheit compilirten *Historia naturalis* (Lib. 33—37) uns Alles aufbewahrt hat, was er nur immer bei anderen Autoren vorfand. Nach Plinius geschah lange Nichts für unsere Wissenschaft, bis endlich die Araber als Alchemisten mit der näheren Untersuchung der Mineralien sich zu beschäftigen anfangen. Ebn Sina oder Avicenna (geb. zu Bochara in der Bucharei 980, † zu Medina 1036) theilte zuerst die Mineralien in Erden und Steine, brennliche und schwefelige Mineralien, Salze und Metalle ein. Auch Albertus Magnus (Albert Graf von Bollstedt aus Lauingen in Schwaben, geb. 1193, † 1280) schrieb in 5 Büchern über die Mineralien, jedoch mit Einmischung vieler fabelhaften Geschichten. Nun trat wieder ein längerer Stillstand ein, bis endlich im 16. Jahrhunderte Georg Agricola, Arzt in Chemnitz (1490—1555), den ersten Versuch machte, eine Sonderung der Mineralien nach ihren äusseren Merkmalen vorzunehmen. Nach dieser seiner Eintheilung zerfallen die Mineralien in einfache und zusammengesetzte, und jene wieder in Erden, Concretionen, Steine und Metalle. Seine Schriften erschienen in mehreren Ausgaben, zuletzt in den Jahren 1806—1812, übersetzt und mit Anmerkungen begleitet von Lehmann, in 4 Theilen. Agricola's System war einige Zeit lang das herrschende und mehrere grosse Naturforscher, wie Conrad Gessner und Andreas Caesalpin, folgten ihm in ihren Schriften.

Schon früher zogen die in den Gebirgen eingeschlossenen organischen Ueberreste die Aufmerksamkeit der Gelehrten auf sich, und es entstand ein lebhafter Streit, ob

diese Versteinerungen wirklich Reste einst lebender Thiere, oder ob sie blos Producte einer geheimnissvollen Naturkraft seien. Der berühmte Maler Leonardo da Vinci *) ist unter die Ersten zu rechnen, die mit Entschiedenheit behaupteten, dass die fossilen Muscheln wirklich einst lebende Thiere gewesen seien. Im Anfange des 18. Jahrhunderts erschienen nun auch zum erstenmale Bearbeitungen der Petrefacten: von Scheuchzer (*Herbarium diluvianum. Lugdun. Batar. 1713, Fol.*, und *Homo diluvii testis 1776.*), ferner das bisher erschienene grösste Werk über Versteinerungen: *Naturgeschichte der Versteinerungen*, 4 Bde., Fol., 1755—73, von Knorr und Walch. Linné leistete in der Mineralogie bei weitem weniger, als in der Naturgeschichte der übrigen Reiche, was er selbst auch wohl erkannte und eingestand. Doch war er scharfsinnig genug, um einzusehen, dass die Crystallform eines der wichtigsten Kennzeichen der Mineralien sei, wiewohl er in der Anwendung dieser seiner richtigen Ansicht weniger glücklich war. Buffon (Georges Louis Leclerc Comte de Buffon, geb. 1707, † 1788) zeigte sich wie in der Zoologie, so auch in der Mineralogie als einen Feind jeder systematischen Ordnung und war nur auf eine sorgfältige Beschreibung der einzelnen Mineralien bedacht.

Nun traten zwei Landsleute Linné's auf und begründeten eine neue Epoche in der Mineralogie. Es war Johannes Gottschalk Wallerius in Upsala (1708—85; *Systema mineralogicum 1722; Einleitung in das Mineralreich 1747*) durch seine Terminologie und sein System nach äusseren Kennzeichen, und Axel von Cronstedt in Stockholm (1722—65) durch Aufstellung des ersten rein chemischen Systems, so wie durch die Trennung der gemengten Gebirgsarten und der Petrefacten von den ungemengten,

*) Whewell, *Geschichte der inductiven Wissenschaften*. Uebersetzt von Littrow. Stuttgart 1841. 3r Thl. S. 564.

eigentlichen Mineralien. Sein *Versuch einer Mineralogie* v. J. 1758 wurde in viele Sprachen übersetzt.

Die Geognosie lag noch sehr darnieder und beschäftigte sich mehr mit phantastischen geologischen Hypothesen, als mit sorgfältiger Beobachtung der Natur. Doch wurden nun schon mehrere Länder in geognostischer Beziehung untersucht, ja der gelehrte englische Arzt Lister hatte bereits im J. 1684 der k. Societät zu London den Vorschlag zu einer Mineralienkarte für England übergeben und der Engländer Woodward war schon 1723 vollkommen mit den allgemeinen Gesetzen der Gebirgslagerung bekannt.

Als Reformator der Mineralogie und eigentlicher Begründer der Geognosie ist Abraham Gottlob Werner (geb. 1750 zu Wehrau in der Oberlausitz, † 1817 zu Dresden), Bergrath und Professor an der Bergakademie in Freiberg, zu nennen. Durch seine Schrift „von den äusseren Kennzeichen der Mineralien 1774“ führte er eine festere, deutsche Terminologie ein, und gab eine scharfe Bestimmung der äusseren Merkmale der Mineralien, wozu er besonders die Farbe, die Härte und das specifische Gewicht benutzte. Sein System war ein gemischtes, denn er berücksichtigte dabei sowohl die natürliche Verwandtschaft, als auch die chemische Zusammensetzung. Die Geognosie, von der er alle geologischen Hypothesen ausschloss, trennte er scharf von der Oryctognosie, unterschied Ur-, Uebergangs-, Flöz- und aufgeschwemmte Gebirge und bestimmte zuerst den Begriff einer Formation. Sein Mineralsystem liess er selbst nie im Druck erscheinen; nur eine kurze Classification der Gebirgsarten erschien von ihm im J. 1787. Erst nach seinem Tode 1817 erschien „Werners letztes Mineralsystem“ aus seinen nachgelassenen Schriften von Breithaupt und Köhler, das bald nicht blos in Deutschland, sondern besonders auch in England allgemein angenommen wurde, woselbst sich sogar durch Jameson, Professor in Edinburg, der Werner's Schüler gewesen, die

„Werner'sche Societät für die gesammte Naturgeschichte“ bildete.

Werner's Mineralsystem gehört zu jener Classe von Systemen, welche zugleich die chemische Zusammensetzung und die äusseren Charactere berücksichtigen. Die Classen seines Systems mit ihren jedesmaligen Ordnungen sind folgende:

I. Classe. Erdige Mineralien.

1) Diamantgeschlecht.

2) Zirkongeschlecht.

3) Kieselgeschlecht.

4) Thongeschlecht.

5) Talkgeschlecht.

6) Kalkgeschlecht.

7) Barytgeschlecht.

8) Strontiangeschlecht.

9) Hallithgeschlecht.

II. Classe. Salzige Mineralien.

1) Kohlensäuregeschlecht.

2) Salpetersäuregeschlecht.

3) Salzsäuregeschlecht.

4) Schwefelsäuregeschlecht.

III. Classe. Brennbare Mineralien.

(Inflammabilien.)

1) Schwefelgeschlecht.

2) Erdharzgeschlecht.

3) Graphitgeschlecht.

4) Resinageschlecht.

IV. Classe. Metallische Mineralien.

1) Platinageschlecht.

2) Goldgeschlecht.

3) Quecksilbergeschlecht.

4) Silbergeschlecht.

5) Kupfergeschlecht.

6) Eisengeschlecht.

- 7) Bleigeschlecht.
- 8) Zinngeschlecht.
- 9) Wismuthgeschlecht.
- 10) Zinkgeschlecht.
- 11) Antimongeschlecht.
- 12) Silvan - (Tellur -) Geschlecht.
- 13) Braunsteingeschlecht.
- 14) Nickelgeschlecht.
- 15) Kobaltgeschlecht.
- 16) Arsenikgeschlecht.
- 17) Molybdängeschlecht.
- 18) Scheel - (Wolfram -) Geschlecht.
- 19) Menak - (Titan -) Geschlecht.
- 20) Urangeschlecht.
- 21) Chromgeschlecht.

Man erkennt aus diesem Schema, dass das Werner'sche Mineralsystem in seiner Anlage ein ganz und gar chemisches sei. Allein nichts desto weniger hat der Verfasser desselben sogar in Hauptabtheilungen seines Systems nicht selten sein chemisches Princip dem Bestreben, die Mineralien nach dem Grade ihrer äusseren Verwandtschaft aneinanderzureihen, aufgeopfert. So sollte, was schon Berzelius *) bemerkte, der Diamant in der Classe der brennbaren Stoffe stehen; allein Werner berücksichtigte bei dem Diamanten vorzüglich dessen Härte und Durchsichtigkeit, worin er mit dem Zirkon Aehnlichkeit hat, und stellte ihn, untreu seinem chemischen Principe, zum Zirkon, um in diesem auf solche Weise ein Uebergangsglied vom Diamanten zu dem weniger harten Kieselgeschlecht zu erhalten. Ueberhaupt geht aus dem gesammten Werner'schen Systeme, sowohl aus seiner allgemeinen Anlage, als aus seiner inneren Anordnung, deutlich das Streben des Verfassers her-

*) Versuch eines rein chemischen Mineralsystems (Schweigg. Journ. Bd. XV. S. 301. 419).

vor, die Mineralien nach einer gewissen habituellen Verwandtschaft, d. i. nach der Summe des Eindrucks, den diese Körper auf unsere äusseren Sinne machen, zusammenzustellen, oder, nach Werner's Ausdruck, Sippschaften zu bilden.

Während Werner in Teutschland die Mineralogie reformirte, wurde in Frankreich eine neue Richtung in dieser Wissenschaft verfolgt, auf die schon Linné aufmerksam gemacht hatte, nemlich die crystallographische. Der Erste, der diese neue Bahn betrat, war Romé Delisle. Er sagt *), dass er, durch Linné's Werke unterrichtet, sich von der Wichtigkeit des Studiums der Winkelbildung und der Metamorphosen der Crystalle überzeugt habe, und spricht schon auf das Bestimmteste von der Unveränderlichkeit der Crystallwinkel, welche sich übrigens nur auf die primitive Gestalt beziehe. Weiter verfolgt wurde diese Richtung und zu einem hohen Grade von Vollkommenheit gebracht durch Renè Just Haüy, Professor der Mineralogie am Museum der Naturgeschichte zu Paris (geb. 1743 zu St. Just in der Picardie, † 1822), den eigentlichen Begründer der neueren Crystallographie. In seinen Werken **) hebt er besonders die Wichtigkeit der Crystallform für die Charakteristik der Gattungen hervor, und begründete dadurch erst eigentlich die Oryctognosie als Wissenschaft. Sein System der Mineralogie beruht rücksichtlich der Classen und Ordnungen auf der chemischen Composition, während seine Bestimmung der Gattungen sich auf die primitive Crystallform gründet.

*) *Essai de Crystallographie* 1772, und besonders: *Crystallographie ou description des formes propres à tous les corps du regne minéral. Par. 1783. 3 vol.*

**) *Essai d'une théorie sur la structure des cristaux* 1784.

Traité de minéralogie 1801.

Tableau comparatif des resultats de la crystallographie et de l'analyse chimique 1809.

Die von Häüy einmal eröffnete Bahn wurde nun von Anderen fleissig verfolgt. Weil man die Wichtigkeit der Crystallwinkel für die Bestimmung der Mineralien erkannt hatte, so verlegte man sich mit grösstem Eifer auf die genaueste Messung dieser Winkel. Der Engländer Wollaston erfand zu diesem Zwecke das Reflexionsgoniometer, womit die Winkel selbst der kleinsten Crystalle auf das Genaueste gemessen werden können. Damit war nun das Mittel gefunden, um Häüy's verhältnissmässig noch ungenaue Messungen bedeutend zu rectificiren.

Bedeutend verbessert wurde Häüy's crystallographische Methode durch Weiss, Professor der Mineralogie zu Berlin, einen Schüler Werner's (geb. 1780). In seinen Schriften *) hebt er die Wichtigkeit der Achse des Crystalls und ihres Verhältnisses zu der crystallinischen Fläche hervor, und gründet darauf, ohne, wie Häüy, von sogenannten primitiven oder Kerngestalten auszugehen, seine natürlichen Crystallisationssysteme. Friedrich Mohs **), Professor der Mineralogie zu Wien (geb. zu Gernrode am Harz, † 1839), hat das Verdienst, die von Weiss gefundene Methode zuerst auf alle bekannte Mineralgattungen angewendet zu haben. Bei der Charakteristik der Mineralien legt er das Hauptgewicht auf die sogenannten physicalischen

*) *De indagando formarum crystallinarum caractere geometrico.*
Leipzig 1808.

Ueber die natürlichen Abtheilungen der Crystallisationssysteme 1813.

**) Seine Schriften:

Versuch einer Elementarmethode zur Bestimmung der Mineralien, Wien 1813.

Character der Classen u. s. w., Dresden 1820 u. 21.

Grundriss der Mineralogie, 2 Bde., Dresden 1822.

Anfangsgründe der Naturgeschichte des Mineralreichs, Wien 1832.

Kennzeichen, besonders auf die Crystallform, das specifische Gewicht und die Härte, wobei er die chemische Composition nur als Zusatz beigefügt haben und überhaupt die Mineralogie als völlig unabhängig von der Chemie betrachtet wissen will. Im Gegensatz zu diesem Mohs'schen Eintheilungsprincip hat Jacob Berzelius *) (Professor der Chemie zu Stockholm, geb. 1779), die Mineralogie nur als einen Theil der Chemie betrachtend, sein System auf rein electro-chemische und stöchiometrische Principien gegründet. Als obersten Grundsatz bei der Anfertigung eines wissenschaftlichen Systems der Mineralogie stellt er die Behauptung auf, dass nichts Anderes, als die Zusammensetzung an der Grundlage für die Anordnung theilnehmen dürfe. Denn in der Mineralogie habe man entweder die einfachen Grundstoffe oder ihre unorganisch - chemischen Verbindungen zu ordnen, deren Identität oder Nichtidentität aber nur durch ihre Bestandtheile und ungleichen chemischen Proportionen bestimmt würden. Diesem Grundsatz gemäss könne das Mineralsystem folgende Ordnungen enthalten — vergl. J. J. Berzelius neues chemisches Mineralsystem von Rammelsberg 1847 —:

*) Versuch zur Aufstellung eines rein wissenschaftlichen mineralogischen Systems mittels der Anwendung der electro-chemischen Theorie und der chemischen Lehre von den bestimmten Proportionen 1816, und

Ueber die Aenderungen in dem chemischen Mineralsystem, die nothwendig aus der Eigenschaft der isomorphen Körper entspringen, 1824 (in den Memoiren der schwedischen Akademie).

Ueber Mineralsysteme (Jahresbericht VI. S. 201, v. J. 1825).

Ueber die Bildung eines wissenschaftlichen Systems in der Mineralogie (Jahresb. 1846).

Diese sämtlichen Abhandlungen finden sich abgedruckt in Rammelsberg: J. J. Berzelius's neues chem. Mineralsystem etc. Nürnberg 1847.

I. Grundstoffe und unorganische Verbindungen.

- 1) Grundstoffe, in der Weise geordnet, dass man mit den electro-positivsten anfängt und mit den electro-negativsten schliesst, wobei man die einzelnen Stoffe ungefähr in der Art auf einander folgen lässt, wie die electro-chemische Natur ihrer Oxyde immer weniger und weniger electro-positiv wird.
- 2) Verbindungen von Metallen unter sich, aufgeführt in der Ordnung, dass die Verbindung unter das Metall gesetzt wird, welches in der Liste später folgt; die binäre Verbindung zuerst und dann deren Verbindungen mit einer anderen binären, im Falle solche vorkommen, von irgend einem in der Liste vorgehenden Metall.
- 3) Verbindungen der Grundstoffe mit Basebildnern; Selenite, Sulfurete und Oxyde, mit Beachtung derselben Grundordnung der Hauptliste.
- 4) Verbindungen der Grundstoffe mit Salzbildnern; Haloidsalze, und nach jedem einzelnen Salze die natürlichen Verbindungen, die es davon gibt, mit Wasser, mit dem Oxyd des Radicals und mit anderen Haloidsalzen.
- 5) Verbindungen electro-positiver Oxyde (Basen) mit electro-negativen Oxyden (Säuren); Hydrate, Silicate, Carbonate u. s. f.

II. Mineralien von der Zusammensetzung organischer Körper.

(Oele, Harze, Kohlen.)

Andere, wie Hausmann, Gmelin, Leonhard, Naumann u. A., bemühten sich, durch gleichmässige Berücksichtigung sowohl der physicalischen als chemischen Eigenschaften beide Methoden mit einander zu vereinigen; ein Streben, das zwar das richtige ist, aber wohl noch lange nicht sein

Ziel vollkommen erreicht haben wird. Denn wiewohl im Allgemeinen die äusseren physicalischen Eigenschaften der Mineralien und insbesondere die Crystallform von ihrer chemischen Composition bedingt sind, demnach eine Verschiedenheit dieser auch eine Verschiedenheit der Crystallform zur Folge hat, so gibt es doch nicht wenige Mineralien, die bei verschiedener chemischer Zusammensetzung dennoch eine Gleichheit oder Aehnlichkeit in der Crystallform zeigen (Isomorphismus, von Mitscherlich im J. 1820 entdeckt) und umgekehrt Mineralien, welche bei gleicher chemischer Composition dennoch zu verschiedenen Crystallsystemen gehörende Formen zeigen (Dimorphismus). Aus der neuesten Zeit führen wir hier noch das hauptsächlich nach chemischen Principien entworfene System von *Dr. Fuchs* (Oberbergrath und Professor der Mineralogie zu München) auf, wie es in dem mineralogischen Theile von *Andreas Wagner's Handbuch der Naturgeschichte*, Kempten 1842, enthalten ist. Mit Rücksicht auf die Abtheilung der chemischen Elemente theilt er die Mineralien in zwei Classen. In der ersten Classe stehen nebst drei einfachen nichtmetallischen Körpern alle im Mineralreiche vorkommende chemische Verbindungen der nichtmetallischen Elemente unter einander. Die zweite Classe umfasst die gediegenen Metalle, die Verbindungen der Metalle mit einander und mit nichtmetallischen Substanzen, mit Ausnahme einiger eisen- und manganhaltigen. Folgendes ist das System:

I. Classe. Nichtmetallische Mineralien.

1. Genus. Carbonate.
2. „ Sulphate.
3. „ Phosphate.
4. „ Boraxsäure und Borate.
5. „ Nitrate.
6. „ Kieselerde und Silicate.
7. „ Thonerde und Aluminate.
8. „ Hydrate.

9. Genus. Fluoride.

10. „ Chloride.

11. „ Chemisch einfache nichtmetallische Mineralien.

II. Classe. Metallische Mineralien.

1. Genus. Arsenik.

2. „ Antimon (Spiessglanzmetall).

3. „ Tellur.

4. „ Molybdän.

5. „ Wolfram. Scheelium.

6. „ Chrom.

7. „ Tantal.

8. „ Titan.

9. „ Cerium.

10. „ Uran.

11. „ Mangan.

12. „ Eisen.

13. „ Nickel.

14. „ Kobalt.

15. „ Zink.

16. „ Zinn.

17. „ Wismuth.

18. „ Blei.

19. „ Kupfer.

20. „ Quecksilber.

21. „ Silber.

22. „ Palladium.

23. „ Platin.

24. „ Iridium.

25. „ Gold.

Anhang. Im Mineralreiche vorkommende Körper mit einer der organischen ähnlichen Zusammensetzung.

A. Erdharze.

B. Steinkohlen.

1. Harzlose Steinkohlen.
2. Harzige Steinkohlen. Eigentliche Steinkohlen.
3. Braunkohlen.

Zusatz: Honigstein und Oxalit.

Ein neues Mineralsystem gab in jüngster Zeit Carl Friedrich Naumann, Professor an der Universität Leipzig, in seinen Elementen der Mineralogie, Leipzig 1846. Die Mineralspecies bestimmt der Verfasser als den Inbegriff aller Mineralkörper, welche absolute oder relative Identität ihrer Eigenschaften (welche letztere bei unwesentlichen oder auch in einer höheren Einheit aufgehenden Verschiedenheiten noch bestehen kann) erkennen lassen. Das leitende Princip bei der Classification der Species ist der Begriff der Aehnlichkeit. Diese darf aber nicht blos in den morphologischen oder in den physischen Eigenschaften, sondern muss zugleich auch in den chemischen Eigenschaften begründet sein. Was nun den relativen Werth der einzelnen Categorien von Eigenschaften anbelangt, so weist der Verfasser den morphologischen Eigenschaften (Crystallform), so wie den morphologisch-physischen Eigenschaften (Spaltbarkeit, Lichtbrechung u. s. w.) bei der Classification der Mineralspecies nur eine sehr untergeordnete Rolle an und glaubt, dass es die formlose Masse, oder, dass es die Masse ohne Berücksichtigung der Form sei, welche eigentlich und zunächst den Gegenstand der mineralogischen Classification bilden könne und müsse. Demnach können bei der Gruppierung der Mineralspecies nur noch gewisse physische und die chemischen Eigenschaften eine wesentliche Berücksichtigung finden. Was die physischen Eigenschaften betrifft, so ist zunächst auf den Unterschied des metallischen und nichtmetallischen Habitus ein grosses Gewicht zu legen. Die Farbe, insofern sie eine metallische ist und den metallischen Habitus constituiren hilft, verdient dieselbe Berücksichtigung.

sichtigung wie dieser. Bei den Mineralien von nicht-metallischem Habitus aber erlangt der Unterschied des idiochromatischen und allochromatischen Wesens einige Wichtigkeit, indem es viele, auch in anderen Eigenschaften übereinstimmende Mineralien gibt, welche sich durch das gemeinschaftliche Merkmal der Farbigkeit (des Idiochromatismus, d. i. einer ihnen wesentlich angehörenden Farbe) auszeichnen. Der Glanz gewinnt nur insofern einige Wichtigkeit, wiefern er als Metallglanz den metallischen Habitus mitbedingt. Der Gegensatz zwischen Pellucidität und Opacität wird im Allgemeinen soviel als thunlich zu berücksichtigen sein. Die Härte und das specifische Gewicht werden, wie bei der Bestimmung der Species, so auch bei der Gruppierung derselben eine angemessene Berücksichtigung verdienen. Die Tenacität oder die Qualität der Cohärenz wird wenigstens innerhalb gewisser Gruppen einige Berücksichtigung finden können; wogegen der Magnetismus und die Pyro-Electricität zu singuläre Eigenschaften sind, als dass ihnen bei der Gruppierung der Species eine Berücksichtigung zukommen könnte. Die chemischen Eigenschaften und namentlich die chemische Constitution müssen als das wesentliche Moment einer jeden Classification betrachtet werden. Nur haben sie sich dem Grundprincipe aller Classification, d. h. dem Principe der Aehnlichkeit, unterzuordnen. Aehnlichkeit des chemischen Wesens kann aber nicht in der Identität des Stoffes, sondern nur in der Analogie der chemischen Constitution gesucht werden; wie denn überhaupt der Stoff als solcher keineswegs in allen Fällen eine Aehnlichkeit der durch ihn gebildeten Körper bedingt. Auf diesen Grundsätzen beruht nun die folgende Classification:

I. Classe, Hydrogenoxyd.

(Wasser und Eis.)

II. Classe, Hydrolyte. Säuren, Sauerstoffsalze,
welche grösstentheils in Wasser leicht auflöslich

sind, und auf der Zunge einen deutlichen Geschmack erregen.

1. Ordnung, Säuren.

A. erste Gruppe: nichtmetallische Säuren; Säuren, deren Radical kein schweres Metall ist.

B. zweite Gruppe: metallische Säuren; Säuren, deren Radical ein schweres Metall ist.

2. Ordnung, Salze.

A. erste Gruppe: nichtmetallische Salze; Salze, deren vorwaltende Basen Erden oder Alcalien sind.

a. wasserhaltige nichtmetallische Salze.

b. wasserfreie nichtmetallische Salze.

B. zweite Gruppe: metallische Salze; Salze, deren vorwaltende Basen Metalloxyde sind; meist farbig.

a. wasserfreie metallische Salze.

b. wasserhaltige metallische Salze.

III. Classe, Chalcite. Im Wasser unauflösliche, grossentheils farbige Körper, meist von salzähnlichem Habitus, welche sich ihrer chemischen Zusammensetzung nach als Sauerstoffsalze und Haloidsalze mit metallischen Radicalen der vorwaltenden Basis oder Säure (oder auch beider) erweisen; jedoch mit Ausnahme aller Silicate und Alumiate, aller titansauren und tantalsauren Verbindungen.

1. Ordnung: wasserhaltige Chalcite (Hydrochalcite).

A. erste Gruppe: amorphe Substanzen.

B. zweite Gruppe: crystallinische Substanzen.

2. Ordnung: wasserfreie Chalcite (Xerochalcite).

IV. Classe, Haloide. Im Wasser unauflösliche

(oder, wie der Gyps, doch nur sehr wenig auflösliche) grösstentheils farblose Körper, meist von salzähnlichem Habitus, welche ihrer chemischen Zusammensetzung nach wesentlich Sauerstoffsalze und Haloidsalze mit nichtmetallischen Radicalen der vorwaltenden Basis und Säure sind; jedoch wiederum mit Ausnahme aller Silicate und Alumiate, aller titansauren und tantalsauren Verbindungen.

1. Ordnung: wasserfreie Haloide (Xerohaloide).

2. Ordnung: wasserhaltige Haloide (Hydrohaloide).

V. Classe, Erden. Kieselerde, Thonerde, Talkerde und deren Hydrate.

A. amorphe, B. crystallinische Erden.

VI. Classe, Geolithe. Desshalb so genannt, weil die meisten steinartigen und dabei aus erdigen Bestandtheilen gebildeten Körper in dieser Classe auftreten. Es gehören hierher diejenigen Silicate und Alumiate, deren Basis in allen Varietäten vorwaltend nur Erden und Alcalien sind.

1. Ordnung: wasserhaltige Geolithe (Hydrogeolithe).

A. erste Gruppe: crystallinische Hydrogeolithe.

B. zweite Gruppe: amorphe Hydrogeolithe.

2. Ordnung: wasserfreie Geolithe (Xerogeolithe).

VII. Classe, Amphoterolithe. Silicate und Alumiate, deren Basen entweder wesentlich theils Erden und Alkalien, theils Metalloxyde sind, oder deren erdige Basen oft und grossentheils durch isomorphe Metalloxyde vertreten werden.

1. Ordnung: wasserfreie Amphoterolithe.

2. Ordnung: wasserhaltige Amphoterolithe.

A. erste Gruppe: crystallinische Substanzen.

B. zweite Gruppe: amorphe Substanzen.

VIII. Classe, Chalcolithe. Silicate und Alumiate, deren vorwaltende Basen wesentlich schwere Metalloxyde sind; auch mehrere tantalsaure und titansaure Verbindungen.

1. Ordnung: wasserhaltige Chalcolithe (Hydrochalcolithe).

A. erste Gruppe: amorphe Hydrochalcolithe.

B. zweite Gruppe: crystallinische Hydrochalcolithe.

2. Ordnung: wasserfreie Chalcolithe (Xerochalcolithe).

IX. Classe, Metalloxyde. Oxyde schwerer Metalle und solche Verbindungen derselben, welche keinen salzähnlichen Habitus haben.

1. Ordnung: wasserhaltige Metalloxyde.

2. Ordnung: wasserfreie Metalloxyde.

X. Classe, Metalle. Gediogene Metalle und einige ihrer Verbindungen.

XI. Classe, Galenoide (Glanze). Schwefel-, Selen- und Tellur-Metalle von metallischem Habitus und meist grauer und schwarzer, selten von weisser oder tobackgelber Farbe; milde oder geschmeidig; Härte bis zu der des Kalkspaths; selten etwas darüber.

A. Tellurische, B. Selenische, C. Sulphurische Glanze.

XII. Classe, Pyritoide (Kiese). Schwefel-, Arsen- und Antimon-Metalle, von metallischem Habitus und meist gelber, weisser oder rother, selten grauer und schwarzer Farbe; spröde, mit Ausnahme

des Buntkupferkieses; Härte meist grösser als die des Kalkspaths bis zu jener des Feldspaths.

XIII. Classe, Cinnabarite (Blenden). Schwefelmetalle von nichtmetallischem oder nur halbmetallichem Habitus, pellucid (mit Ausnahme der Manganblende); Diamant- bis Perlmutterglanz, zum Theil metallähnlich; mild oder wenig spröde (mit Ausnahme der Zinkblende); Härte bis zu der des Flussspathes.

XIV. Classe, Thiolithes. Mit dem Schwefel verhält es sich ungefähr wie mit dem Wasser; er erscheint so einzig in seiner Art, dass man ihn kaum einer der anderen Classen einordnen kann.

XV. Classe, Anthracide. Kohlenstoff und mancherlei Kohlenstoff-Verbindungen, theils crystallinisch, auf anorganischem Wege entstanden, theils als phytogenes Fossil, d. h. mehr oder weniger zersetzte und mineralisirte Pflanzensubstanz; auch organisch-saure Salze u. dergl.

a. reiner Kohlenstoff, b. Kohlen, c. Harze und ähnliche Körper, d. organisch-saure Salze.

Bei einer systematischen Anordnung der Gebirgsarten kann man von einem doppelten Gesichtspunkte ausgehen. Entweder folgt man ausschliesslich den Masse- und Structur-Verhältnissen der Felsarten — mineralogisches System; oder man ordnet sie nach ihren Lagerungs- und Alters-Verhältnissen — geognostisch-geologisches System.

Schon Linné, Wallerius und Born classificirten die Gebirgsarten nach mineralogischen Grundsätzen, und in neuerer Zeit stellten Haüy, Al. Brongniart, Cordier u. A. mineralogische Classificationen der Felsarten auf. Es folgt hier das allgemeine Schema von C. C. von Leonhard's mineralogischem Felsarten-System (Characteristik

der Felsarten 1823; und Lehrbuch der Geognosie und Geologie 1835):

I. Ungleichartige Gesteine.

1) Körnige Felsarten (Granit, Protogyn, Syenit u. s. w.).

2) Schieferige Felsarten (Gneiss, Glimmerschiefer u. s. w.).

3) Porphyre (Feldsteinporphyr).

II. Gleichartige Gesteine.

1) Körnige Felsarten (Granulit, Quarz - Gestein u. s. w.).

2) Schieferige Felsarten (Talk-, Hornblende-Schiefer u. s. w.).

3) Dichte Felsarten (Uebergangskalk, Bergkalk u. s. w.).

III. Scheinbar gleichartige Gesteine.

1) Körnige Felsarten (Lava, Anamesit).

2) Schieferige Felsarten (Thonschiefer, Kupferschiefer u. s. w.).

3) Porphyre (Trachyt, Aphanit).

4) Dichte Felsarten (Serpentinfels, Basalt u. s. w.).

5) Glasartige Felsarten (Pechstein, Obsidian u. s. w.).

6) Schlackenartige Felsarten (verschlackte Lava, verschlackter Basalt u. s. w.).

IV. Trümmer - Gesteine.

Grauwacke, Grauwacke-Schiefer, alter rother Sandstein u. s. w.

V. Lose Steine.

Gerölle, Gruss, Sand u. s. w.

VI. Kohlen.

Schwarzkohlen, Braunkohlen, Torf.

Was die Aufstellung eines naturgemässen geognostisch-geologischen Systems der Felsarten anbetrifft, so konnte davon nicht eher die Rede sein, als bis eine gewisse Summe von Erfahrungen über die Lagerungsver-

hältnisse der Gebirgsarten und die Vertheilung der Petrefacten in denselben gesammelt war. Der Erste, welcher schon im J. 1669 jene Felsarten, welche der Existenz der Pflanzen und Thiere auf der Erde vorhergingen, und daher keine organischen Ueberreste enthalten, von den petrefactenführenden Gebirgsarten, die jenen aufgelagert sind, unterschied, war nach Al. Humboldt (*Essai géognostique*) der berühmte dänische Arzt und Anatom Nicolaus Stenon. Auch der englische Naturforscher und Arzt Woodward (geb. 1665, † 1722) hatte, gestützt auf seine vielseitigen, aus fast allen Ländern gesammelten Erfahrungen, das Resultat gewonnen, dass die verschiedenen Bestandtheile der Erde nach bestimmten Gesetzen übereinandergelagert seien. Darnach theilte der Engländer Strachey die Gebirge schon in primitive, die mit der Erde zugleich entstanden sind, in secundäre, die aus einer theilweisen Destruction der primitiven Felsen hervorgingen, und in tertiäre, welche ihren Ursprung lokalen oder allgemeinen Ueberschwemmungen verdanken (Lyell I. S. 70).

Eine weitere Ausbildung und Verbreitung dieser Grundsätze aber verdankt unsere Wissenschaft dem ausgezeichneten Mineralogen und eigentlichen Begründer der Geognosie, Abraham Gottlob Werner. In seinem Systeme nimmt er mehrere in bestimmter Ordnung aufeinanderfolgende Gebirgsformationen an, d. h. Gruppen von Felsarten, die einer und derselben Bildungsepoche ihr Dasein verdanken. Dabei erkennt er die fast einzige Quelle tellurischer Bildung und Bewegung im Wasser, und weiset den Vulkanen und Erdbeben einen verhältnissmässig nur sehr beschränkten Wirkungskreis an. Seinem Systeme zufolge liegen ganz unten die Urgebirge (Granit, Gneiss, Glimmer-, Thonschiefer) in mehr oder weniger starker Neigung gegen den Horizont; über ihnen ruhen die sogenannten Uebergangsgebirge, und auf diesen in mehr horizontaler Lage die secundären oder Flözgebirge. Die einzelnen, zu der-

selben Formation gehörenden Felsarten unterschied er nach ihren mineralogischen Bestandtheilen.

Die fossilen, in den verschiedenen Gebirgslagern eingeschlossenen Pflanzen- und Thier-Reste, auf deren Wichtigkeit für die Bestimmung des relativen Alters der Gebirge schon mehrfach hingewiesen worden war, liess Werner bei Bildung seines Systems noch unbeachtet.

Allein die stets sich mehrenden Entdeckungen neuer Eigenthümlichkeiten der eingelagerten Petrefacten, wie sie in Italien, England und Teutschland gemacht wurden, drängten unwiderstehlich zur Beachtung dieser Denkmäler der Vorzeit. In einer doppelten Richtung wurde nun aber das Studium des fossilen Thier- und Pflanzen-Lebens verfolgt.

Entweder strebte man, durch ein gründliches anatomisches Studium dieser vorweltlichen Organismen Lücken auszufüllen, die sich in der Reihe der jetzt noch lebenden Organismen bemerkbar gemacht hatten, und es war dies die rein morphologische Richtung; oder man brachte die fossilen Reste in Verbindung mit der Lagerung und dem relativen Alter der Gebirgsformationen, und dies war die geognostische Richtung, die zuerst mit dem grossartigsten Erfolge durch die grossen Arbeiten Georg Cuvier's und Alexander Brongniart's (*Essai sur la géographie minéralogique des environs de Paris 1810, 1811*) eingeschlagen wurde. Durch ihre sorgfältige Untersuchung des Bodens, auf dem Paris erbaut ist, lernten diese Männer fossile Thiere kennen von einer Bildung, die von jener der jetztlebenden sehr verschieden und überdies höchst eigenthümlich war. Ihnen gebührt daher das Verdienst, zuerst auf eine ganze Folge überaus merkwürdiger Gebirgslager — die sogenannten tertiären Formationen (Süsswassergyps, Grobkalk, plastischer Thon und Braunkohlen) — aufmerksam gemacht zu haben, die durch sehr viele und höchst mannigfaltige urweltliche Ueberreste von Land-, Süsswasser-

und Meeres-Thieren und Pflanzen ausgezeichnet, in nicht wenigen Ländern oft beträchtlich verbreitet sind.

Lamarck und Defrance stellten unterdessen Untersuchungen über die zahlreich von ihnen in der Umgebung von Paris aufgefundenen, bisher noch unbekannt gewesenen fossilen Conchylien an, und Cuvier's Scharfsinn gelang es, nach den von ihm selbst in seinen *Ossements fossiles* aufgestellten Grundsätzen, eine ganze Reihe von Wirbelthieren aus ihren fossilen Knochenüberresten wiederherzustellen.

Auf solche Weise war eine ganz neue Wissenschaft, die Paläontologie [Alterthumskunde des organischen Lebens *)], ins Leben gerufen worden, welche sich zur Aufgabe machte, die längst verschwundenen, verschiedenen Zustände unserer Erde und ihrer Bewohner zu erforschen, und insbesondere, gestützt auf die Ergebnisse der Petrefactenkunde, das relative Alter und die Entstehungsweise der verschiedenen Gebirgsformationen zu bestimmen.

Alle die verschiedenen Erklärungsversuche über die Entstehung und allmähliche weitere Ausbildung der jetzigen Rinde unserer Erde lassen sich auf zwei Hypothesen, nemlich auf den Neptunismus und Vulcanismus, reduciren :

Der Neptunismus lehrt, die Erde sei aus dem Wasser hervorgegangen und die verschiedenen Gebirgsformationen liessen sich als Niederschläge aus diesem Elemente erklären. Besonders durch Werner's Vorträge erlangte diese Hypothese ein hohes Ansehen, wiewohl die bedeutenden Schwierigkeiten derselben ihrem Vorkämpfer keineswegs verborgen blieben. Die zweite Hypothese (Vulcanismus oder auch Plutonismus genannt) geht von der Behaup-

*) Nach Alex. v. Humboldt im Kosmos, Bd. I. S. 286.

tung aus, die Erde sei anfangs feuerflüssig gewesen, durch Abkühlung hätte auf der Oberfläche sich eine feste Kruste gebildet, nun seien die atmosphärischen Wasser herabgestürzt, hätten gewaltige Verwüstungen angerichtet, und durch Verarbeitung des zerstörten Gesteins die Uebergangs- und Flözgebirge gebildet. Nicht lange darauf wären nun aus dem noch feuerflüssigen Schoose der Erde im weichen Zustande jene Gebirge emporgestiegen, die früher Urgebirge hiessen, jetzt aber plutonische Gebirge genannt werden. Diese von Elie de Beaumont wieder ins Leben gerufene (schon der Schotte James Hutton hatte in seiner *Theory of the earth* 1795 im Allgemeinen dieselbe Ansicht aufgestellt) und scharfsinnig entwickelte Erhebungstheorie zählt gegenwärtig die meisten Geologen unter ihren Anhängern.

Im Nachfolgenden geben wir das geognostisch-geologische System, wie es sich in Nöggerath's und Burkart's Bau der Erdrinde nach dem heutigen Standpunkte der Geognosie (Bonn 1838) findet, mit Beifügung der die einzelnen Gebirgsformationen characterisirenden Versteinerungen nach Andreas Wagner's Geschichte der Urwelt (Leipzig 1845):

1. Geschichtete versteinерungsführende Gesteine.

1. Gruppe: Alluvium (gehört der heutigen Erdperiode an).

A. Süßwasser-Bildungen (Gletscher und Firnen. Dammerde. Torfmoore. Unterirdische oder untermeerische Waldungen. Raseneisenstein. Jüngster Süßwasserkalk. Kieseltuff. Geschiebe. Sand und Lehm).

B. Meeres-Bildungen (Meereseis. Jüngster Meeressandstein. Jüngster Meereskalk).

Umschliesst nur die der heutigen Erdperiode eigenthümlichen Organismen, selbst Producte menschlichen Kunstfleisses.

2. Gruppe: Diluvium (Product der mächtigen Erdcatastrophe, durch welche unsere Continente ihre heutige Gestalt erhalten und das Meer in seinen heutigen Becken sich gesammelt hat).

Eis mit Mammuths- und Rhinoceros-Resten. Ablagerungen von Meeres-Schaalthier-Ueberbleibseln. Geschiebe und Breccien. Gebirgsschutt und grosse Blöcke. Lehm, Mergel, Löss und Thon, Lehm- und Thonbildung. Diluvial-Eisenerze, Bohnerze, Stufferze.

3. Gruppe: Tertiär-Gebirge (zuerst von Cuvier und Brongniart nach ihrem Vorkommen in der Gegend von Paris in ihrer Aufeinanderlagerung genauer ermittelt und beschrieben, früher für bloß locale Erscheinung gehalten. Weitere Forschungen liessen aber diese Gebilde bald mit mehr, bald mit weniger Abweichungen gegen die Pariser, in vielen Gegenden und zum Theil in grosser Mächtigkeit und bedeutender Verbreitung erkennen. Die Aufeinanderlagerung der verschiedenen Theile der Gruppe im Becken von Paris hatte einen regelmässigen Wechsel von Süsswasser- und Meeres-Bildungen ergeben. Spätere Entdeckungen von Tertiärgebilden zeigten jedoch viele Abweichungen gegen jenen Pariser Grundtypus).

- a) Dritte Süsswasser-Bildung (dichter Süsswasserkalk, Travertino).
- b) Zweite Meeres-Bildung (Muschelsand und Sandstein, Mergel).
- c) Zweite Süsswasser-Bildung (Süswasser-Mergel, Gyps).
- d) Erste Meeres-Bildung (Grobkalk).
- e) Erste Süsswasser-Bildung (Braunkohlen und plastischer Thon).

Knochenbreccien, Knochenhöhlen. *Dinotherium*, *Mastodon*, *Mammuth*, *Hirsche*, *Pferde*, *Ursus spelaeus*, *Hyæna spelaea*, *Felis spelaea*.

Raubthiere spärlich; Dickhäuter überwiegend, wie *Palaeotherium*, *Anoplotherium*, *Choeropotamos*, *Anthracotherium*, *Lophiodon*. Conchylien und Foraminiferen zahlreich; unter ersteren viele ausgestorbene Arten.

Warmblütige Wirbelthiere in grosser Anzahl; Amphibien und Fische aus allen Ordnungen; letztere den lebenden sehr nahe verwandt. Ammoniten und Belemniten fehlen. Insecten und Rankenfüsser häufig. Scharfer Unterschied zwischen Land- u. Wasser-, ebenso zwischen Süsswasser- und Meeresbewohnern. Dicotyledonen u. Coniferen über die anderen Pflanzengruppen überwiegend. Fossile Ueberreste nach Localitäten sehr wechselnd, vom Gesteinscharacter unabhängig.

4. Gruppe: Kreide.

a) Kreide und Grünsandstein.

Ammonites rhotomagensis, *mammillatus*, *varians*. — *Belemnites mucronatus*. Eigenthümlich oder doch vorwaltend: *Crioceratites*, *Scaphites*, *Hamites*, *Baculites*, *Turrilites*. — *Terebratulites alatus*, *plicatilis*, *carneus*. — *Crania*. *Gryphaea columba*. Rudisten (Hippuriten). Nummuliten, schon im Lias beginnend, hier häufiger werdend. Zum erstenmale microscopische Infusorien und Polythalamien.

b) Wealden-Gebilde (Wälder-Thon, zumal in England u. in der Normandie vorhanden).

Süßwasser-Conchylien (angeblich), Saurier, einzelne Vögelüberreste.

Erste Spuren von Vögeln. Amphibien zahlreich und zum Theil riesenhaft: *Iguanodon*, *Mosasaurus*, *Megalosaurus* (auch schon im Jurakalk). Zum erstenmale Cycloiden (Fische mit an den Rändern abgerundeten, aus Horn- oder Knochenplatten gebildeten Schuppen ohne Schmelz) und Ctenoiden (Fische mit kammförmig eingeschnittenen Horn- oder Knochenschuppen), und zwar sehr zahlreich; ebenso zum erstenmale unter den Fischen Gattungen, die noch, jedoch in anderen Arten, in unseren Meeren leben. Ammoniten und Belemniten noch immer vorhanden; zum erstenmale kurzschwänzige Krebse; Strahlkruster zahlreich. Hier und da Dicotyledonen.

5. Gruppe: Jurakalk.

a) Lithographischer Schiefer Südbayerns u. Stonesfielder Schiefer.

Erste Spuren von Säugethieren: Beutelthiere. Amphibien und Fische zahlreich. Langschwänzige Krebse an 100 Arten; mehrere Isopoden und *Limulus*; Libellen und andere Insecten. *Comatula*.

b) Jurakalkstein und Dolomit.

Ammonites planulatus, *polyplocus*, *inflatus*, *trifurcatus*. — *Belemnites semisulcatus*. — *Terebratulites bicanaliculatus*, *bisuffarcinatus*, *lacunosus*, *nucleatus*, *loricatus*. — Korallen und besonders Spongien stellenweise zahlreich.

Fische noch von derselben Beschaffenheit wie im Lias; nur *Coccolepis* noch zu den Ganoiden (Fische mit winklichen, aus Knochen- oder Hornplatten bestehenden, mit einer dünnen Schmelzlage überzogenen Schuppen) gehörig. Ammoniten und Belemniten häufig; Insecten und Krebse zahlreicher als früher.

c) Unterer Oolith.

Ammonites macrocephalus, *anceps*, *hecticus*, *Castor*, *Polux*, *Jason*. — *Belemnites giganteus* und *canaliculatus*. — *Terebratulites bicanaliculatus*, *lacunosus*. — *Ostracites crista galli*.

6. Gruppe: Lias.

a) Liassand-
stein.

Ammonites Murchisonae und
Pecten personatus hauptsäch-
lich hier; *Asterias lumbricalis*.

b) Liaskalk.

Ornithocephalus macronyx.
Ammonites costatus, *annulatus*,
arietis, *serpentinus*, *amaltheus*.
— *Belemnites paxillosus*, *tri-*
partitus, *acuarius*, *pistillifor-*
mis, *clavatus*. — *Terebratu-*
lites numismalis und *rimosus*.
Gryphites gigas und *cymbium*.
Erste Spuren von Libellen.
Ausgezeichnete Pentacriniten.

Reich an Sauriern; *Ichthyosaurus* und *Plesiosaurus* mit geringer Ausnahme fast alle hier abgelagert. Fische noch immer nur aus Placoiden und Ganoiden bestehend; letztere zum erstenmale und ausschliesslich nur von der Abtheilung mit symmetrischer Schwanzflosse. Erstes Auftreten von *Ammonites* und *Belemnites*; von letzteren keine Art mit Rinne an der Basis.

7. Gruppe: Keu-
per.Keupersand-
stein.

Calamites arenaceus. *Equisetum columnare*, *Taeniopteris vittata*.

8. Gruppe: Mu-
schelkalk.

Hier hauptsächlich die Saurier; unter den Fischen weit verbreitet: *Acrodus Gaillardoti*, *Gyrolepis Alberti*, *tenuistriatus* und *maximus*. Mollusken: *Ceratites* ganz; *Nautilus bidorsatus* und *nodosus*; *Rhyncholithen*, *Trigonia curvirostris*, *Pecten discites* und *laevigatus*, *Mytilus vetustus*, *Terebratula vulgaris*. Langschwänzige Krebse. *Encrinites liliiformis*.

Ausgezeichnete Amphibien: *Nothosaurus*, *Simosaurus*, *Rhynchosaurus*, *Mastodonsaurus* (*Labyrinthodon*). Fische: *Placodus*, *Colobodus*, *Saurichthys*. Leitmuscheln in den 3 Abtheilungen *Avicula socialis*, *Mya musculoides* und *elongata*, *Trigonia vulgaris*, *Lima striata* (*Chamites striatus*). Langschwänzige Krebse. Corallen höchst selten.

9. Gruppe: Bun-
ter Sandstein.

Calamites arenaceus, *Anomopteris Mougeotii*, *Voltzia*.
Erste langschwänzige Krebse:
Gebia obscura und *Galathea audax*.

10. Gruppe: Zech-
stein.

Erste Spuren von Amphibien: *Protorosaurus Spenneri*, *Thecodon* und *Palaeosaurus*.
Unter den Fischen: *Janassa*, *Dictaea*, *Dorypterus*. Mollusken nicht zahlreich; eigenthümlich: *Avicula speluncaria*, *Terebratula Schlotheimii*, *Spirifer undulatus*, *Productus aculeatus*.

- | | | |
|--|---|--|
| 11. Gruppe: Rothliegendes. | Sehr arm an Versteinerungen. | Arm an thierischen, reich an vegetabilischen |
| 12. Gruppe: Steinkohlengebirge. | Ausserordentlicher Pflanzenreichtum, mit riesenhaften Equisetaeen, Farn und Lycopodiaceen. Süsswassermuscheln sehr zweifelhaft. | Ueberresten; Amphibien noch ganz fehlend; grösste Sauroid - Fische. |
| 13. Gruppe: Bergkalk und alter rother Sandstein. | Reich an Corallen, Haarsternen, <i>Productus</i> u. <i>Spirifer</i> . | Wirbelthiere nur durch die Fische repräsentirt. Von Mollusken: <i>Clymenia</i> , <i>Goniatites</i> (beinahe ganz), <i>Orthoceratites</i> , <i>Bellerophon</i> , <i>Comularia</i> , <i>Cyrtocera</i> , <i>Gyroceratites</i> , <i>Lituites</i> , <i>Pterinea</i> , <i>Megalodon</i> , <i>Strygocephalus</i> , <i>Calceola</i> , <i>Productus</i> (fast ganz), <i>Spirifer</i> und <i>Orthis</i> (beide grösstentheils). Weder Insecten noch Krebse, dagegen <i>Trilobites</i> fast ganz. Gestielte Haarsterne in Menge; ebenso die Corallen. Von Pflanzen nur Cryptogamen. |
| 14. Grauwackengruppe (Uebergangsgebirge).
Grauwacke, Uebergangsthonschiefer, Uebergangskalk (cambrisches, silurisches, devonisches System der Engländer). | | |

II. Geschichtete versteinerungsleere Gesteine.

Thonschiefer. Kieselschiefer. Wetzschiefer. Talkschiefer. Chloritschiefer. Hornblendeschiefer. Schalstein. Glimmerschiefer. Quarzfels. Itakolumit. Eisenglimmerschiefer. Gneiss. Weissstein. Protogyn. Hornfels. Topasfels. Körniger Kalkstein. Dolomit. Körniger Gyps.

III. Ungeschichtete oder massige (Massen-) Gesteine.

Nach der Bildung der geschichteten versteinerungsleeren Gesteine war die erstarrende Erdkruste zahlreichen Zerstörungen unterworfen, welche während der bedeutenden Zeitenfolge der Entstehung aller auf neptunischem Wege gebildeten geschichteten versteinerungsführenden Gesteinsgruppen fortwährten und noch bis auf den heutigen Tag andauern, doch stets mit abnehmender Kraft und Masse

der Production. Diese und jene erlitten ihre Verminderung in dem Verhältnisse, wie die Erdrinde immer dicker wurde, nach oben durch die sich mehrende Auflagerung immer jüngerer und jüngerer geschichteter versteinierungsführender Gesteinsgruppen, und nach unten durch fortgesetzte Erkaltung der Kugel. Die eigene Abkühlung der Erde zerriss die Rinde zunächst durch ihre Contraction beim Festwerden, während die darunter fluthende heissflüssige Erdmasse sie zersprengen half, und diese als neue Felsaggregate zwischen die getrennten Rindentheile hineindrang. Diese Gesteins-Aggregate bildeten sich, wo die Kraft und Oeffnung gross genug war, in ganzen Gebirgszügen und Bergmassen, oder bei geringerer Kraft und Volumen erfüllten sie nur die Gangspalten in allen vor ihnen gebildeten geschichteten oder ungeschichteten Gesteinen, oder sie trennten bei den gleichzeitig erfolgenden Hebungen der geschichteten Gruppen nur einzelne Lager derselben von einander, und erstarrten in der Form neuer, massiger Lager zwischen den vorhandenen geschichteten. Sind die massigen Gesteine von unten wirklich bis zur Oberfläche durchgebrochen, so können sie sich auf den durchbrochenen geschichteten Gesteinen zusammenhängend verbreitet haben und Bruchstücke von jenen einschliessen, und umgekehrt können geschichtete Gesteine Bruchstücke und Geschiebe von ungeschichteten oder Massengesteinen enthalten, wenn jene geschichteten Gesteine jünger als diese sind.

Das relative Alter der ungeschichteten oder Massengesteine unter einander genau festzusetzen, wie es sich bei den geschichteten Gesteinen nachweisen lässt, ist nicht allgemein möglich. In zwei ziemlich scharf geschiedene Abtheilungen, wovon jede eine sehr grosse Entstehungsfrist umfasst, lassen sich die Massengesteine indess leicht zertheilen, nemlich in solche, welche in allen Epochen, von der Bildung der geschichteten versteinierungsleeren Gesteine an bis zur Entstehung der tertiären Gebirgsschichten,

emporgedrungen sind (plutonische Massengesteine), und in solche, welche auch noch die tertiären Gebirgsschichten durchdringen (vulcanische Massengesteine).

Das Empordringen der massigen Gesteine war und ist noch von mancherlei Sublimationen und wässerigen Auflösungen begleitet, wodurch noch andere Felsarten Umwandlungen erlitten, und in den aufgerissenen Spalten die Bildung von Erzgängen und Gängen von Gesteinen, welche sonst keine Hauptgebirgsmassen gestalten, bedingt wurde. Solche Gänge durchsetzen, je nach ihrem relativen Alter, sowohl mehr oder weniger Gruppen von geschichteten Gesteinen, als auch mancherlei ungeschichtete Massen.

Plutonische Gesteine: Granit, Syenit, Porphyr, Hornblende-Gestein, Augitfels, Pyromerid, Gabbro, Hypersthenfels, Serpentinfels, Diorit, körniger Kalkstein, Dolomit.

Vulcanische Gesteine: Augit-Porphyr, Phonolith, Trachyt, Andesit, Alaunfels, Perlstein, Pechstein, Obsidian, Bimsstein, Leucomelan, Basalt, Lava.

Zum Schlusse mögen hier noch die Namen von Männern stehen, welche die Geognosie, Geologie und Petrefactenkunde besonders gepflegt und erweitert haben. Als Bearbeiter der systematischen Geognosie meist zugleich in Verbindung mit der Geologie traten in der neueren Zeit auf: Breislak, d'Aubuisson de Voisins, Burat, Alexander Brongniart, Rozet, Omalius d'Halloy, Chaubard, Bakewell, Ure, de la Beche, Macculloch, Lyell, Philipps, Laurance, von Schubert, Reichetzer, Leonhard, Keferstein und Kühn. Besondere geognostische Systeme lieferten Cordier und Constant Prevost. Von Leopold v. Buch und Al. v. Humboldt, so wie von sehr vielen Anderen wurden gründliche Untersuchungen der geognostischen Verhältnisse zum Theil

entfernter Länder angestellt und bekannt gemacht. Zur Erweiterung der Petrefactenkunde haben besonders beigetragen, und zwar in Bezug auf die Versteinerungen aus dem Thierreiche: Blumenbach, Rosenmüller, K. v. Schlotheim, Bronn, Jäger, Goldfuss, Graf von Münster, Herm. v. Meyer, Leop. v. Buch, Rud. Wagner, Kaup, Agassiz, v. Zieten, Schmerling, Klöden, Römer, Eichwald, Pusch, Nilson, Dalman, G. Cuvier, Al. Brongniart, Desmarest, Blainville, de Lamark, Deshayes, Defrance, Marcel de Serres, Bravard, Férussac, Brocchi, Catullo, Parkinson, Sowerby, Buckland, G. Mantell, Hawkins, Morren, de Christol u. A. Für die Kenntniss der Versteinerungen aus dem Pflanzenreiche: K. v. Schlotheim, Graf C. v. Sternberg, Jäger, Rhode, Zenker, C. B. Cotta, Ant. Sprengel, v. Gutbier, Göppert, Nilson, Agardh, Ad. Brongniart, Artis, Witham, Lindley, Hutton, Nicol, Clift, Harlan u. A. (vergl. Literatur für Versteinerungskunde in Walchner's pract. Naturforscher, 6. Abtheilung).

Organische Natur.

E i n l e i t u n g.

1) *Leben.*

Alle materiellen Wesen sind nicht nur blosse Materie, sondern zugleich Träger von Kräften, die an ihr sich thätig erweisen, und ohne welche die Materie als solche gar nicht zu bestehen vermag. Die Materie stellt das Aeussere, Sinnlichwahrnehmbare, die darin wohnende Kraft das Innere, Unsichtbare aber Wesentliche, die Materie Bestimmende dar. Materie und Kraft sind darum stets mit einander verbunden, und stehen zu einander im Verhältnisse von Aeusserem zu Innerem. Dieses lehrt uns die unbestreitbare Erfahrung. Denn wodurch kann die allem Materiellen zukommende Undurchdringlichkeit, Cohärenz, Schwere u. s. f. anders erkannt werden, als aus dem Vorhandensein innerer Kräfte, ohne welche das Körperliche als solches durchaus nicht bestehen könnte? Auch sind wir umgekehrt nicht im Stande, uns im Gebiete der äusserlich sinnlichen Schöpfung Kräfte zu denken, welche nicht an die Materie gebunden

wären und nicht an ihr sich thätig erwiesen, weil sich uns nur durch die Materie die Kraft als solche offenbart.

Verstehen wir nun unter **Leben**, im allgemeinsten Sinne des Worts, jedes Offenbarwerden von Thätigkeiten, welche durch das Wechselverhältniss der den verschiedenen materiellen Wesen innewohnenden Kräfte hervorgerufen werden, so dürfen wir keinen Anstand nehmen, in diesem Sinne alle Naturkörper belebte Wesen zu nennen, und müssen behaupten, dass es in der Natur keinen absolut leblosen, todten Körper geben könne.

Der Begriff „**Leben**“ pflegt aber meist in einem weit beschränkteren Sinne als Gesamtheit der einem **Organismus** eigenen Thätigkeiten genommen zu werden, wobei man unter Organismus ein Ganzes versteht, das verschiedene unter sich in Wechselwirkung stehende Theile (**Organe**) umfasst, welche durch die Thätigkeit der in ihnen wohnenden Kräfte die von Aussen aufgenommenen fremdartigen Stoffe in ihre eigene Materie umwandeln und dadurch den Bestand, die stufenmässige Entwicklung und Fortpflanzung jenes Ganzen bedingen. In diesem Sinne können aus dem Bereiche der naturgeschichtlichen Objecte nur die Pflanzen und Thiere als lebende Wesen bezeichnet werden, während den Mineralien ein solches (organisches) Leben abzusprechen ist. Auf diesem specieller gefassten Begriffe von Leben beruht darum auch die allgemeine Eintheilung der Naturkörper in belebte, organische, und in unbelebte, unorganische, wobei man jedoch nicht vergessen darf, dass der Ausdruck „unbelebt“ nicht im absoluten Sinne für leblos, todt zu nehmen sei, sondern nur den Unterschied des unorganischen Lebens von dem organischen andeute, weil dasselbe Leben, welches in den unorganischen sowohl als in den organischen Wesen waltet, in diesen letzteren sich nur in einer anderen, vollkommneren, höheren Weise ausspricht.

Der allgemeine Begriff des Lebens, als Princip der dem

Stoffe innewohnenden, nach bestimmten Gesetzen wirkenden Thätigkeiten gefasst, ist nemlich ein untheilbarer Begriff, d. h. es gibt in der gesamten Körperwelt nur ein einziges Lebensprincip. Allein das durch dieses allgemeine Lebensprincip bedingte Leben offenbart sich in verschiedenen Wesen auf höchst verschiedene Weise; oder: das Princip des Lebens ist nur eines, der Formen des Lebens aber sind mehrere. Bei einer Reihe materieller Wesen nemlich schafft sich die Bildungskraft des Lebens, indem sie der ihr zu Gebote stehenden Materie eine eigenthümliche, ihren Zwecken entsprechende Mischung und Entwicklung verleiht, besondere Werkzeuge oder Organe, deren sie sich zur Verwirklichung des ihr zu Grunde liegenden Typus bedient; bei einer andern begnügt sie sich, ohne Bildung eigenthümlicher Werkzeuge, ihre Thätigkeit an der Materie auf minder vollkommene Weise zu offenbaren.

Ein und dasselbe Lebensprincip liegt darum allen einzelnen Naturproducten zu Grunde; ja diese, in ihrer gesetzlichen Vereinigung mit einander als grosses Ganzes betrachtet, stellen in gewissem Sinne einen allgemeinen Organismus dar, indem die einzelnen materiellen Wesen gleichsam die Organe (im allgemeinsten Sinne des Wortes) bilden, welche durch beständige, nach bestimmten Zwecken thätige Wechselwirkung unter einander das Alleben der Natur in seinem Bestande bedingen. Wiewohl nun aber sowohl organische als unorganische Naturproducte Glieder oder Organe des Weltganzen sind, so unterscheiden sie sich dennoch wesentlich darin, dass jene in sich den grossen Weltorganismus wiederholen, Ebenbilder desselben im Kleinen sind, während diese nur Theile, gleichsam Bruchstücke davon darstellen, ohne fürsichbestehende Organismen zu sein. Dagegen können die unorganischen Körper aus der Verbindung mit dem Gesamtorganismus herausgerissen werden, ohne dadurch eine wesentliche Veränderung zu erleiden; die organischen Wesen aber haben nur in Ver-

bindung mit dem Weltorganismus, dessen Glieder sie sind, Fortdauer und Leben. Daher stehen sie auch in immerwährendem, nothwendigem Wechselverkehr mit den unorganischen Gliedern der sie umgebenden Aussenwelt; denn Erde, Wasser, Luft, Wärme u. s. w. sind nothwendige Bedingungen ihrer Existenz.

2) *Allgemeine Eigenschaften der organischen Wesen.*

Zu den allgemeinen Eigenschaften der organischen Wesen sind die Reizbarkeit, Entwicklungsfähigkeit und Selbsterhaltung zu rechnen. So wenig nemlich der in seiner Ausbildung fertige Organismus zu seinem Fortbestande der Wechselwirkung mit der Aussenwelt entbehren kann, ebensowenig ist sein Entstehen und Fortbilden ohne Einwirkung der Aussendinge auf ihn möglich. Dieser äusseren Einwirkung muss aber, soll sie sich an dem Organismus wirksam erweisen, in diesem eine Empfänglichkeit für die von Aussen empfangenen Eindrücke entsprechen. Sämmtlichen organischen Wesen muss darum das Vermögen zukommen, durch äussere Reize sich zur Entfaltung des in ihnen wohnenden Lebens erregen zu lassen, eine Eigenschaft, die man mit dem Ausdrücke Erregbarkeit oder Reizbarkeit (*incitabilitas*) bezeichnet. Die Lebenskraft schlummert nemlich anfangs in dem organischen Keime, und erst die Wechselwirkung mit der Aussenwelt vermag dieses schlummernde Leben zu wecken; Luft, Wasser, Wärme, Licht, Nahrung versetzen das organische Wesen aus dem Zustande der Lebensfähigkeit in den der wirklichen Lebensthätigkeit, und erst im Wechselverkehre mit den unorganischen Grundstoffen der Aussenwelt vermag es seine Lebensäusserungen zu entfalten. Damit ist nun schon die zweite durch die Reizbarkeit bedingte allgemeine Eigenschaft der organischen Wesen ausgesprochen, nemlich die

Entwicklungsfähigkeit. Denn alles Organische nimmt seinen Anfang mit einem Keime, in welchem jedoch, wenigstens der Möglichkeit nach, schon der ganze Organismus mit allen seinen Theilen verborgen ist. Dieser organische Keim nimmt nun auf verschiedenen Wegen fremdartige Stoffe von Aussen auf, und die ihm innewohnende Lebenskraft bildet aus denselben die dem organischen Wesen eigenthümlichen, näheren Bestandtheile, nemlich die organischen Substanzen und aus diesen die Organe selbst. Da diese Entwicklung durch fortgesetzte Stoffaufnahme vor sich geht, so ist damit auch nothwendig ein gewisses Wachsthum der organischen Wesen verbunden, das jedoch bestimmte Grenzen nicht überschreitet.

Sämmtliche Thätigkeiten, welche die organischen Wesen sowohl während der Zeit ihrer allmählichen Entwicklung, als auch während der Dauer ihres vollendeten Zustandes zeigen, zielen auf den Zweck der Selbsterhaltung ab. Dieser Trieb, sich in seiner Selbstheit zu behaupten, ist allen materiellen Wesen ohne Ausnahme angeboren, und nur die Aeusserungen dieses Triebes sind verschieden. Im Bereiche des Unorganischen spricht er sich durch die Eigenschaften der Undurchdringlichkeit (gemäss welcher jeder Körper sein Dasein mit solcher Permanenz behauptet, dass kein anderer im Stande ist, ihm durch mechanische oder chemische Kräfte dasselbe zu rauben) und der Cohärenz (nämlich des jedem Körper zukommenden, jedoch höchst verschiedenartigen Grades des Zusammenhanges seiner Theile unter sich), im Bereiche des Organischen aber durch die Ernährung, Reproduction und Fortpflanzung aus.

Zum Zwecke der Selbsterhaltung vermittelt der Ernährung nehmen die organischen Wesen durch ihre Organe entweder organische oder unorganische Stoffe in sich auf, verwandeln sie in eigenthümliche Säfte, welche in besonderen Gefässen durch den ganzen Organismus circuliren

und durch diesen Kreislauf das Leben des Ganzen wie auch der einzelnen Theile erhalten. Mit diesen unmittelbaren Ernährungsorganen stehen als mittelbare die Athmungswerkzeuge oder Respirationsorgane in der innigsten Verbindung, denn durch diese wird die atmosphärische Luft von Aussen aufgenommen, zur nothwendigen Umwandlung jener Stoffe benützt, und dann, chemisch verändert, wieder ausgeathmet. Im Pflanzenreiche sind die Blätter die wesentlichen Respirationsorgane und entsprechen den Lungen und Kiemen der Thiere. Nebstdem findet aber auch bei den Pflanzen noch eine allgemeine in ihr verbreitete Respiration vermittelt der Luftgefäße (Spiralgefäße) statt, durch welche die atmosphärische Luft fast in alle Organe der Pflanzen geleitet wird; eine Respirationsart, welche bei den Thieren (den Insecten) der Athmung durch Luftröhren (*tracheae*) entspricht.

Um sich ferner in ihrer Totalität zu erhalten, besitzen viele organische Wesen die Reproductionskraft, wodurch verlorene Theile wieder ersetzt werden. Diese Kraft wirkt theils in regelmässig-periodischer Thätigkeit, z. B. in den Blättern und Blüthen der Pflanzen, in der Haut, den Haaren und Federn der Thiere, theils zeigt sie sich bei bloss zufälligen Veranlassungen thätig, wenn durch irgend einen Zufall Körpertheile verloren gehen. In dieser Beziehung wurden besonders an Polypen und Amphibien (Salamandern, Eidechsen u. s. w.) auffallende Versuche gemacht, wobei ganze Extremitäten, die man abgeschnitten hatte, leicht wieder nachwuchsen.

Gleichwie die Organismen zur Erhaltung ihrer Individualität der Ernährung und Reproductionskraft bedürfen, so bedürfen sie zur Erhaltung ihrer Art der Fortpflanzung, deren Thätigkeit an besondere Organe, die Geschlechtsorgane, geknüpft ist. Bei der geschlechtlichen Function wird im Allgemeinen durch einen befruchtenden Stoff (Saamen) ein bildsamer Stoff (Eier) zur Ent-

wicklung angeregt, an welchem nach seiner Erzeugung sowohl der Typus der Art, als die Individualität der Erzeuger sich ausgeprägt zeigt. Weil nebst der Selbsterhaltung die Fortpflanzung der Art als Zweck der organischen Wesen erscheint, so entwickeln sie zur Begattungszeit ihre höchste Lebensthätigkeit, die sich bei der Pflanze in der Pracht der Blüthe, bei dem Thiere in eigenthümlicher Kraft und Schönheit (z. B. des Gefieders bei den Vögeln) ausdrückt.

3) *Entstehung der Organismen.*

Der Grund der uranfänglichen Entstehung sowohl der Naturproducte überhaupt, als auch der Organismen insbesondere ist die Schöpfung. Hier nach dem Wie? fragen wollen, heisst mehr fragen, als man zu beantworten im Stande ist, heisst die Allmacht des Allmächtigen ergründen wollen. Denn der schöpferische Wille Gottes selbst ist der erste und letzte Grund des Organischen sowohl als des Unorganischen, wie dies in jenem uralten, ehrwürdigen und authentischen Actenstücke der heiligen Schrift, der Genesis nemlich, in einfacherhabener Weise mit den Worten uns dargestellt wird: Er sprach: Es werde — und es ward.

Auf welche Weise geschieht aber die Fortpflanzung der ursprünglich aus Gottes Hand hervorgegangenen organischen Wesen? Behauptet Harvey's Satz: *Omne vivum ex ovo* seine Richtigkeit, ist jede Fortpflanzung organischer Wesen Folge einer Zeugung (*generatio propagativa, sexualis*), oder werden gegenwärtig noch Organismen ohne Begattung, ja mutterlos erzeugt (ursprünglich mutterlose Zeugung, *generatio originaria, aequivoca, spontanea*)? Dies ist eine Frage, deren evidente Beantwortung wir, wie man später einsehen wird, noch von der Zukunft zu erwarten haben.

Die Fortpflanzung durch Zeugung setzt ein schon

gebildetes organisches Wesen voraus, in welchem entweder durch Befruchtung in ihm liegender Keime (Eier) sich ein der Mutter gleichartiges Individuum entwickelt, oder welches auch ohne diese Befruchtung, blos durch innere lebendige Entwicklung unter der Einwirkung von Licht, Wärme u. s. w. Knospen aus sich hervorzutreiben vermag, oder durch Selbsttheilung sich unmittelbar in mehrere Individuen derselben Art auflöst. Diese Entwicklungsart ist anerkannt und über allen Zweifel erhaben.

Bei den Thieren ist die zeugende Kraft vorherrschend auf zwei Individuen derselben Art vertheilt und erst die unmittelbare Befruchtung des im weiblichen Thiere gelegenen Keimes durch das männliche entwickelt diesen Keim zu einem mit den Eltern gleichartigen Wesen. Allein bei manchen niederen Thieren, so wie vorherrschend bei den Pflanzen finden sich die Organe der Zeugung in Einem Individuum vereinigt, welches sich alsdann entweder selbst befruchtet, wie die meisten Pflanzen oder unter den Thieren die Bandwürmer, oder indem es ein anderes befruchtet, von diesem selbst wieder befruchtet wird, wie unsere Gartenschnecken und die Weinbergschnecke (Hermaphroditismus, Zwitterbildung).

Die Fortpflanzung durch Knospen und Sprossenbildung findet sich herrschend bei den Pflanzen, aber auch im Thierreiche bei den Abtheilungen der Zoophyten oder Polypen und den Infusorien. Die Selbsttheilung findet in den meisten Familien der Magenthier (einer Abtheilung der Infusorien nach Ehrenberg) statt. Die Theilung selbst geschieht entweder der Länge nach, was am häufigsten, oder in die Quere, was seltener vorkommt. Auch ist diese Theilung entweder eine vollkommene, wenn nemlich aus Einem Thiere zwei völlig getrennte Thiere werden, oder eine unvollkommene, wenn auch nach der Theilung noch ein gewisser Zusammenhang zwischen den Thieren fortbesteht, wie bei den zusammengesetzten Infusorien. Diese

Art der Vervielfältigung geht oft in's Unglaubliche, denn nach Ehrenberg können sich auf solche Weise manche Magenthierchen unter günstigen Umständen so schnell hinter einander theilen und wieder theilen, dass ein einziges Mutterthier nach 8 bis 10 Tagen eine Nachkommenschaft von einer Million Individuen haben kann. Bei künstlicher, d. i. gewaltsamer, Theilung bilden sich auch bei den Anneliden oder Ringelwürmern die Stücke wieder zu selbstständigen Individuen aus.

Die Fortpflanzung durch Knospen (Gemmen), welche darin besteht, dass warzenförmige Auswüchse am Leibe der Thiere entstehen, die sich allmählig zu einem neuen Individuum abschliessen, findet sich hauptsächlich bei den Corallen.

Die Hypothese von der ursprünglichen Zeugung (*generatio aequivoca, originaria*) nimmt an, dass auch ohne Begattung und ohne Eltern eine neue Bildung von Organismen täglich unter günstigen Umständen sich entwickle. Seit der Erfindung des Microscops (wahrscheinlich zu Ende des 16. Jahrhunderts) nemlich entdeckte man in fast jedem trüben und hellen, salzigen und süssen, fliessenden und stehenden Wasser, sowohl in Flüssen, Seen und Meeren, als auch in künstlichen Aufgüssen über Pflanzen- und Thier-Theile, besonders nachdem diese in Fäulniss übergegangen, eine unendliche Menge höchst kleiner Thiere, von denen nur die grössten mit freiem Auge sich erkennen lassen. Anfangs hielt man sie (wie z. B. Buffon), wegen Unzulänglichkeit der optischen Instrumente, für blosse belebte Materie mit höchstens ganz einfachen Organen. Später aber bei verbesserten Vergrösserungswerkzeugen erkannte man, besonders seitdem Ehrenberg in seinem grossen Werke über die Infusorien seine Beobachtungen bekannt gemacht hatte, ihre oft sehr ausgebildete Organisation.

Nichts ist leichter, als diese Thierchen sich zu verschaffen. Jeder Tropfen aus einem Sumpfe, besonders die

unter dem Namen der Pristley'schen Materie bekannte grüne Masse, enthält sie vorzüglich zur Sommerszeit in reichlicher Menge. Jedes Flüssige, worin man Pflanzen- und Thier-Theile faulen lässt, entwickelt sie nach wenigen Tagen in so ungeheurer Menge, dass ihnen fast der Raum zum Schwimmen fehlt. Woher nun diese neue Welt belebter Wesen, die unter günstigen Umständen sich so rasch entwickelt? Entstehen diese Thiere aus Eiern, die ihrer Kleinheit und Leichtigkeit wegen von der Luft getragen, wegen ihrer endlosen Menge von dieser an alle Orte hingetrieben werden, und, sobald sie einen Ort finden, der ihrer Entwicklung günstig ist, sich hier zu den sogenannten Infusorien entwickeln? Oder haben sie ihre Entstehung einer neuen Schöpfung aus der faulenden organischen Materie zu verdanken?

Für die Annahme einer allgemein statthabenden *generatio propagativa* scheint Folgendes zu sprechen: Ehrenberg, ein Hauptvertheidiger dieser Entstehungsweise, hat nach unzähligen in dieser Beziehung an Pilzen und Infusorien gemachten Beobachtungen in seinen Schriften die Ueberzeugung ausgesprochen, dass jene, so wie überhaupt die niedrigsten Pflanzen alle nur aus Saamen entstehen, die Entstehungsarten der Infusorien aber sich auf Selbsttheilung, Knospenbildung und geschlechtliche Fortpflanzung durch Eier oder Lebendiggebährung zurückführen lassen. Man brauche daher zu einer Selbsterzeugung (*generatio originalis, spontanea sive aequivoca*) durchaus nicht seine Zuflucht zu nehmen. Wenn organische Substanzen im Wasser sich auflösen, so wird dadurch, nach seiner Meinung, den Infusionsthierchen nur reichlichere Nahrung gegeben, was natürlich ihre Vermehrung befördern muss. Die freien Eierkeime werden mit Wasserdünsten in die Luft emporgehoben und durch diese an alle Orte hin verbreitet. So gelangen sie also auch in das Wasser; und selbst in hermetisch verschlossenen Ge-

fassen, welche noch eine Portion dieser eingesperreten, mit Eierchen geschwängerten Luft enthalten, beginnt ihre Entwicklung und Fortpflanzung. Die Möglichkeit dieser Verbreitung der Eier leidet nach Ehrenberg keinen Zweifel, wenn man bedenkt, wie unendlich klein die Keime von Thierchen sein müssen, von denen (wie man berechnet hat) tausend Millionen erst den Raum einer Cubiklinie ausfüllen. Ja *Monas crepusculum* ist so klein, dass erst 8000 Millionen Individuen diesen Raum einer Cubiklinie einnehmen.

Auch ist nach Al. Humboldt (Kosmos I. S. 373) „bei dem Zwiste über eine mutterlose Zeugung in ernste Betrachtung zu ziehen, dass auch kleine Infusionsthierchen, mit dem Wasserdampfe passiv gehoben, eine Zeit lang in den Luftschichten schweben können: umsomehr als Ehrenberg entdeckt hat, dass der nebelartig die Luft trübende Staubregen, welchem Seefahrer häufig in der Nähe der capverdischen Inseln und bis 380 Seemeilen Entfernung von der africanischen Küste ausgesetzt sind, Reste von 18 Arten kieselschaliger polygastrischer Thierchen enthält.“

Auch sind die Infusorieneier keine hypothetischen Erfindungen. Denn Ehrenberg hat wirklich, besonders in den Magenthieren, eine grosse, zum Theil ungeheure Menge winzig kleiner Eier gesehen, die alle zu gleicher Zeit frei werden, indem das Mutterthier entweder zerfliesst oder platzt, oder indem es die Eier durch den After von sich gibt. Die Entwicklung der Eier und der jungen Thiere aus ihnen hat Ehrenberg als eine ungemein rasch vorsichgehende beobachtet. Denn es kann sich nach ihm ein einziges Infusorium in wenigen Stunden möglicherweise bis zu einer Million durch blosse Theilung vermehren. Aus einer einzigen *Bacillaria* oder *Vorticella* können in 4 Tagen 140 Billionen Individuen entstehen und ihre Kieselpanzer dadurch zwei Cubikfuss Erde bilden. Daher kommt es, dass bei jenen Infusionsthierchen, welche eine grosse Menge Eier hervorbringen, auch eine unglaublich schnelle und zahlreiche

Vermehrung eintritt. Dadurch verliert nun schon die Propagationshypothese fast gänzlich den Vorwurf des Abentheuerlichen, der ihr wegen der Annahme so vieler in der Luft umherschwimmender Eierkeime gemacht wurde. Denn es ist schon hinreichend, dass einige dieser Infusorienkeime in eine hingestellte Infusion fallen, oder dass sich einige derselben an den Infusionsstoffen adhärend befinden, um sich ihre schnelle Entwicklung in mehrere Thierchen zu erklären, die in kurzer Zeit wieder Eier hervorbringen oder durch Theilung sich vermehren; so, dass man sehr bald in einem künstlichen Aufgusse Hunderte, ja Tausende solcher Thierchen beobachten kann, ohne zur Annahme einer spontanen Generation seine Zuflucht nehmen zu müssen.

Dass in einem bestimmten Aufgusse vorzüglich auch eine bestimmte Art von Infusorien, in einem anderen sich besonders eine andere Art entwickelt; dass ferner nach den verschiedenen Graden der Fäulniss einer und derselben Infusion auch verschiedenartige Thiere zum Vorscheine kommen, lässt sich einfach durch die Annahme erklären, dass die Eier verschiedener Infusorien zu ihrer Entwicklung verschiedener Aufgüsse oder wenigstens verschiedener Fäulnissgrade einer und derselben Infusion bedürfen.

Die Vertheidiger der *generatio spontanea* dagegen führen für ihre Ansicht Folgendes an: Sie behaupten, es grenze an das Absurde, eine so ungeheure Menge freier Pilzkeime und Infusorieneier anzunehmen, welche, in der Luft schwimmend, überall hin sich verbreiten, um sich an günstigen Orten zu entwickeln. Denn noch nie habe man, weder im Staube, noch im Wasser diese Pflanzen- und Thier-Keime in so ungeheurer Menge vorgefunden. Im Gegentheile spricht, nach Treviranus, die allgemeine Verbreitung dieser niederen Thier- und Pflanzen-Formen, so wie ihr schnelles Erscheinen in Infusionen, an feuchten Wänden

u. dergl. unbedingt für die mutterlose Erzeugung aus den zersetzten Substanzen. Denn in allen Welttheilen, auf allen Bergen und in allen Tiefen, wo man nur immer Pflanzen- und Thier-Theile in Flüssigkeiten faulen lässt, da zeigen sich alsbald diese Thiere in unglaublicher Menge. Die ganze Atmosphäre müsste demnach mit ihren Eiern durchschwängert sein und dennoch hat man sie noch nirgends in so grosser Menge angetroffen. Auch führt man noch die Beobachtung an, dass sogar in den Zellen von Pflanzen Infusorien wahrgenommen werden, wobei man das Eindringen derselben von Aussen doch nicht annehmen könne. So fanden Meyen und Roep er in den Zellen einer Sumpfmoosart (*Sphagnum obtusifolium*), Morren in jenen einer Alge (*Vaucheria clavata*) lebende Infusorien.

Man sagt ferner, Eier seien bisher nur bei den höheren Infusorien nachgewiesen worden; keineswegs aber bei den niederen, die gerade am häufigsten vorkommen. Auch seien diese Eier gewöhnlich angeheftet; man könne daher nur schwer begreifen, wie sie vom Winde überallhin geweht würden, und, wiewohl sie manchmal Wochen, Monate, Jahre lang im Trocknen lägen, doch ihre Keimkraft nicht verlören. Ferner könne man nach der Propagationstheorie den Uebergang eines Saamenthiers aus dem Sperma eines Thiers in das Sperma eines anderen ebensowenig begreifen, als das Vorkommen der Eingeweidewürmer (*Entozoa*, *Helmintha*).

Man fände nemlich diese Würmer nicht blos im Darmcanal, sondern fast in allen übrigen Theilen anderer Thiere, im Zellgewebe, unter der Haut, im Auge, Ohre, in der Nase, dem Muskelfleisch, in der Leber, den Lungen, dem Herzen, im Hirne u. s. w., selbst im unbebrüteten Eie, im neugeborenen, ja im ungeborenen Fötus, und im Sperma als Saamenthierchen. Zwar ist bei den höheren Gattungen dieser Abtheilung das Geschlechtssystem sehr entwickelt, denn sie sind getrennten Geschlechts und zeigen Testikeln und Saamencanäle, einen grossen Eierstock und viele Eier.

Die Bandwürmer vereinigen an jedem vollkommen ausgebildeten Gliede ihres Leibes beiderlei Geschlechtstheile, womit sie sich selbst befruchten sollen. Allein bei den niederen Eingeweidewürmern habe man noch kein Geschlecht aufgefunden, und kein in einer geschlossenen Höhle lebender Wurm soll ein solches haben. Ausserdem seien die wahrgenommenen Eier viel zu gross, als dass man durch sie die Entstehung dieser Thiere in den verschiedensten Körpertheilen des Menschen und der Thiere erklären könnte.

Dasselbe gelte auch von vielen der niedersten Pflanzen, von Algen, Schimmel- und Brand-Pilzen, welche letztere man wegen ihres häufigen Vorkommens unter der Oberhaut und im Parenchym lebender Pflanzen, Entophyten genannt hat. So fände man im Herbste und Winter sehr häufig Schimmelbildungen in dem Fruchtgehäuse (*Pericarpium*) der Aepfel, in Wallnüssen, ja Bischof fand selbst Schimmel im Inneren eines Muscatnusskerns. Wie kamen die Keime nun in die Pericarprien oder gar unter die Oberhaut und in das Parenchym dieser lebenden Pflanzen und Früchte? Zur früheren Annahme mehrerer Schriftsteller, dass nemlich die Sporen oder Keimkörner von Aussen durch die Spaltöffnungen unter die Oberhaut gelangt, oder durch die Wurzeln mit der Nahrungsflüssigkeit aus dem Boden eingesogen und durch den aufsteigenden Saft an jene Stelle unter der Oberhaut geführt würden, wo sie sich zu neuen Pilzen entwickelten, möchte man sich wohl kaum verstehen können; eher noch zur Behauptung jener, welche diese Gebilde nicht für selbstständige Wesen gelten lassen, sondern sie nur als Krankheitsproducte ansehen und mit den Hautausschlägen (*Exanthemata*) des thierischen Körpers vergleichen. Im Allgemeinen ist hier noch über die *Generatio originalis* oder *spontanea* zu sagen, dass ihre Möglichkeit nicht geleugnet werden kann, denn der Natur kann von dem Schöpfer auch die Kraft der Bildung eines Neuen, nicht schon im Keime Vorhandenen, verliehen sein; allein die

wirkliche Existenz einer spontanen Zeugung kann nicht durch Speculation, sondern muss durch Beobachtungen ermittelt werden, die aber bis jetzt noch nicht gemacht wurden. Denn so wenig man noch bisher die ungeheure Menge überallumhergetriebener Keime und die Eier der ersten in einer Infusion erscheinenden Infusorien beobachtet hat, ebenso wenig hat noch Jemand als Augenzeuge der spontanen Entstehung eines Infusoriums zugesehen. Hat man diese einmal beobachtet, dann (und nicht eher) wird die Möglichkeit einer *Generatio spontanea* zur Gewissheit erhoben sein.

4) *Pflanzen und Thiere.*

Im Vorhergehenden wurden Pflanzen und Thiere als Hauptformen des organischen Lebens genannt; hier aber soll der Unterschied festgestellt werden, der zwischen beiden besteht. Denn so wie das grosse Reich aller materiellen Naturproducte, je nach der verschiedenen Offenbarungsweise des allgemeinen Lebensprincips in ihnen, sich in die zwei grossen Reihen der unorganischen und organischen Wesen spaltet, so gründet sich im Bereiche dieser letzteren auf eine nicht minder wesentliche doppelte Offenbarungsweise desselben Princips die Unterscheidung zwischen Pflanzen und Thieren.

Bei der Entwicklung dieses Unterschieds können wir uns sowohl auf psychologische als physiologische Gründe stützen. Die Betrachtung des thierischen Lebens bietet uns nemlich verschiedene Erscheinungen dar, die wir uns nur unter der Annahme eines eigenthümlichen im Thiere waltenden Princips, das wir Thierseele nennen, erklären können, während das Leben der Pflanzen uns niemals derartige Erscheinungen zeigt. Die Unterscheidungsmerkmale, welche sich auf diese Art von Erscheinungen gründen, nennen wir desswegen psychologische; unter den phy-

siologischen aber verstehen wir solche, die auf den in der Thier- und Pflanzen-Welt sich auf verschiedene Weise aussprechenden Gesetzen ihrer physischen Bildung beruhen.

Die psychologischen Gründe zur wesentlichen Unterscheidung zwischen Pflanzen und Thieren sind Empfindung und Willenskraft, welche diesen zukommen, jenen aber abgehen. Empfindung aber sowohl als Willenskraft setzen eine Seele (ein empfindendes und wollendes Princip) voraus. Thiere sind desswegen beseelte, Pflanzen unbeseelte organische Wesen. Die Seele aber mit dem ihr eingeborenen Vermögen der Empfindung und des Wollens kann, als immateriell, nicht unmittelbar wahrgenommen, sondern nur aus ihren Aeusserungen erschlossen werden. Auf das Dasein der Empfindung schliessen wir aus den Reactionen der Thiere, wenn sie gereizt oder beleidigt werden; die Willenskraft aber äussert sich durch ihre willkührlichen Bewegungen. Weder das Eine noch das Andere nehmen wir an den Pflanzen wahr, darum nennen wir sie empfindungs- und willenlose (unbeseelte) organische Wesen.

Zwar zeigen auch die Pflanzen eine gewisse Bewegung, z. B. an den Wurzeln, an den Ranken, durch Ansetzen von Knollen und Zwiebeln, wodurch sogar, wie bei der Herbstzeitlose, eine allmähliche Ortsveränderung der ganzen Pflanze bewirkt wird. Noch auffallender ist die Bewegung oder das Fortschnellen der Staubfäden bei *Lopezia*, *Berberis* u. s. f., des Saamens bei *Impatiens*. Besonders verdienen hier die merkwürdigen an *Hedysarum gyrans*, einer bengalischen Pflanze aus der Familie der Leguminosen, zu beobachtenden Bewegungen angeführt zu werden. Diese Pflanze hat zusammengesetzt dreiblättrige Blätter. Die beiden kleineren Seitenblättchen drehen sich, jedoch von einander unabhängig, ohne äussere Veranlassung ruckweise um sich selbst. Nur auf das mittlere Blättchen scheint das Licht Einfluss zu haben; bei den beiden anderen aber hebt die

Nacht die Bewegung nicht auf. Eine andere ihrer Reizbarkeit wegen merkwürdige Pflanze ist die nordamerikanische Fliegenfalle (*Dionaea muscipula*); sie hat am Ende ihrer Blätter zwei durch ein Gelenk verbundene Lappen, die mit Drüsenhaaren eingefasst und auf ihrer oberen Fläche ganz damit bedeckt sind. Berührt nun z. B. eine Fliege einen der zwei oder drei auf der oberen Fläche befindlichen drüsigen Punkte, so schlagen die beiden Klappen schnell sich zusammen und das Insect ist gefangen. Andere hierher gehörige Pflanzen sind noch z. B. *Mimosa pudica*, *casta*, *sensitiva* etc.; *Schrankia aculeata*, lauter Tropenpflanzen aus der Familie der Leguminosen. Auch die Erscheinungen des Pflanzenschlafs gehören hierher. Die Blättchen der Acazie (*Robinia Pseudoacacia*), die beim Sonnenaufgang fast horizontal ausgebreitet sind, erheben sich mit der steigenden Sonne bis zu einer fast verticalen Stellung; mit der sinkenden Sonne dagegen sinken auch sie und hängen während der Nacht fast senkrecht gegen den Boden herab.

Aus dem Angeführten erhellt, dass auch viele Pflanzen Bewegungen zeigen; allein diese sind wesentlich verschieden von jenen der Thiere. Denn die Thiere sind willkürlicher Bewegungen fähig, die auch ohne äusseren Einfluss oder Reiz, etwa des Lichts oder der Electricität, erfolgen; bei den Pflanzen lassen sich aber nur dann solche Bewegungen beobachten, wenn ein äusserer Reiz auf sie einwirkt. Die in einem allmählig verdunstenden Wassertropfen befindlichen Infusorien schwimmen willkürlich der noch mehr Flüssigkeit fassenden Mitte zu; eine microscopisch kleine am Rande liegende Conferve aber bleibt liegen wo sie liegt. Auch kann eine eigenthümliche (d. h. willkürliche) Ortsbewegung nur den Thieren beigelegt werden; denn was man auf den ersten Blick dafür ansehen könnte, z. B. das Losreissen der männlichen Blüthen der *Vallisneria* (einer Wasserpflanze), um schwimmend zu den weiblichen zu gelangen, ist doch nichts Anderes, als ein

mechanisches Fortschnellen und keine willkührliche Bewegung. Ganz anders nimmt es sich aus, wenn man die jungen Glockenthierchen (*Vorticella*) sich von ihrem Stamme losreissen und dann als freie Infusorien willkührlich umherschwimmen sieht.

Zu den angeführten psychologischen Unterscheidungsgründen gesellen sich nun noch folgende wesentliche physiologische. Das Thier schreitet nemlich in seiner Entwicklung bis zu einer gewissen Stufe vor, auf welcher es seine vollendete Ausbildung erreicht und seine Lebens-thätigkeit in vollster Kraft erscheint. Die Pflanze dagegen wechselt während ihrer Entwicklung in mannigfaltigen Gestalten, stellt in jedem Augenblicke nur einen Theil ihrer selbst dar, indem sie Organe, die ihr wesentlich sind (z. B. Blüthen), abwirft, oder wenigstens verändert, um erst dann andere (z. B. die Frucht) als ebenso wesentliche zu entwickeln. Auch hat die Pflanze das Eigenthümliche, ihre wichtigsten Organe frei nach Aussen zu entfalten; die Art ihrer Entfaltung ist daher vorherrschend eine äussere. Denn die Blüthe, ihr edelstes Organ, trägt sie unverhüllt zur Schau und offenbart daran in Gestalt und Farbe die grösste Mannigfaltigkeit; das Thier dagegen verschliesst seine edelsten Organe in sein Innerstes.

Man könnte jedoch hier fragen, wie man denn überhaupt dazu kam, von einer Unterscheidung zwischen Pflanzen und Thieren zu sprechen, da dieser Unterschied so augenfällig ist. Wenn man beide auf der höchsten Stufe ihrer Ausbildung mit einander vergleicht, dann freilich möchte das Aufwerfen einer solchen Frage unnütz scheinen. Allein wenn man die am geringsten entwickelten Formen des Thier- und Pflanzen-Reichs mit einander vergleicht, da steht selbst der erfahrene Forscher oft zweifelnd an, welchem Reiche er das vor ihm liegende Wesen einverleiben soll. Die Infusorien bilden das niederste Glied an der Kette der Thiere, die Algen dasselbe an jener der Pflanzen. Die

sogenannten Oscillatorien und Conjugaten, welche man bald zu den Thieren, bald zu den Pflanzen rechnet, scheinen dem Thierreiche anzugehören. Wenigstens deutet bei letzteren die Art der Befruchtung und Entwicklung, bei ersteren aber die unter dem Microscope wahrnehmbare Bewegung auf ihre Animalität hin. Es müsste denn diese Bewegung nicht der Willkühr, sondern irgend einer äusseren Einwirkung oder einem Reize (etwa des Lichts oder der Wärme) zuzuschreiben sein. Wie lange wurde nicht gestritten, ob die Meerschwämme oder Spongien Pflanzen oder Thiere seien? Und selbst jetzt, nach Grant's und Dujardin's Beobachtungen, scheint ihre Thiernatur noch nicht evident zu sein. Ganz zu missbilligen ist es aber, Thiere und Pflanzen in Einer Gattung als animalische und vegetabilische Arten zusammenzufassen, oder zu behaupten, dass die Oscillatorien abwechselnd bald Thier, bald Gewächs sein könnten, d. h. dass bei ihnen eine wahre Umwandlung der einen Natur in die andere stattfindet. Denn die genauesten Beobachtungen der besten Naturforscher haben gezeigt, dass eine solche Umwandlung nicht stattfindet. Die Fortschritte in der Kenntniss dieser niedersten Organismen werden uns daher gewiss immer mehr das Dasein einer festen Grenzlinie zwischen dem Reiche der Thiere und jenem der Pflanzen lehren, wenn wir gleich jetzt noch nicht im Stande sind, sie mit voller Sicherheit zu ziehen. Aus dem bisher Gesagten ergibt sich nun auch, dass die niedersten Thierclassen sich nicht an die ausgebildetsten Pflanzen anreihen. Nur in ihren ersten Anfängen, in ihren untersten Entwicklungsstufen schliessen beide Reiche sich an einander an, jedoch ohne in einander überzugehen. Lamarck verglich desswegen das Thier- und Pflanzen-Reich mit zwei Linien, welche nach einer Richtung immer mehr aus einander treten, während sie nach der anderen sich in's Unendliche fort einander nähern, ohne sich jedoch jemals zu berühren.

A. Pflanzenreich.

Pflanzen sind organische Wesen ohne Empfindung und willkührliche Bewegung. Die Hauptverrichtungen ihrer Organe reduciren sich auf die Ernährung und Fortpflanzung, wornach diese selbst sich in Organe der Ernährung und Organe der Fortpflanzung theilen. Zu den ersteren sind bei jenen Pflanzen, welche auf der höchsten Entwicklungsstufe stehen, die Wurzel, der Stengel und die Blätter zu zählen; die letzteren aber lassen sich unter dem allgemeinen Begriffe der Blüthe zusammenfassen. Die Blüthe enthält die Zeugungsorgane, nemlich den Stempel (das weibliche Organ) und die Staubgefässe (männliche Organe), ausserdem aber noch häufig zwei Hüllen: die Krone und den Kelch. Der wesentliche Theil des Stempels ist der Eierstock, der die Eichen oder die Anfänge der Saamenkörner enthält. Der wesentliche Theil des Saamenskorns, so wie der Pflanze überhaupt, ist der Keim (Embryo). Er besteht aus dem Wurzelkörper oder der ersten Anlage zur Wurzel und aus dem Knöspchen, welches die Rudimente aller übrigen Pflanzentheile enthält. Dazu kommt noch bei vielen Pflanzen, als mittlerer Theil, der Cotyledonarkörper, welcher entweder einfach, oder in Theile gespalten ist, die man Saamenlappen (*Cotyledones*) nennt. Darauf gründet sich die allgemeine Eintheilung der Pflanzen in Monocotyledonen (deren Embryo nur Einen Saamenlappen hat) und in Dicotyledonen (deren Embryo zwei Saamenlappen zeigt). Von diesen beiden grossen Pflanzenabtheilungen trennte man stets noch eine dritte Classe von Gewächsen, welche durch den beständigen Mangel der Geschlechtsorgane, durch die Art ihrer Fortpflanzung und ihres Wachstums, so wie auch durch ihre äussere Gestalt sich wesentlich von jenen unterscheiden. Weil sie keine Geschlechtsorgane, also

keine eigentlichen Saamenkörner, somit auch keinen Keim und keine Saamenlappen besitzen, so nannte man sie Acotyledonen (saamenlappenlose Pflanzen). Linné hatte schon früher die Mono- und Dicotyledonen unter dem allgemeinen Namen Phanerogamen (offenehige Pflanzen) zusammengefasst; die Acotyledonen aber ihrer verborgenen oder gar nicht vorhandenen Geschlechtsorgane wegen Cryptogamen (verborgenehige Pflanzen) genannt. Diese vorläufige Angabe der allgemeinsten Eintheilung der Pflanzen war hier nothwendig, weil im Verlaufe des Folgenden diese Abtheilungen öfters genannt werden müssen.

1) Chemische Bestandtheile der Pflanzen.

Unter chemischen Bestandtheilen der Pflanzen versteht man jene Mischungsstoffe ihrer Substanz, in welche ihre einfachsten Theile (Membrane und Fasern) nicht durch mechanische Zertheilung, sondern erst durch chemische Zerlegung getrennt werden können. Die Theilung heisst nemlich mechanisch, wenn das Grössere nur in das ihm gleichartige Kleinere, oder das Zusammengesetzte in verschiedenartige, aber als solche schon erkennbar gewesene Theile getheilt wird. Sie ist aber eine chemische, wenn durch sie solche verschiedenartige Bestandtheile aufgefunden werden, welche zuvor auch mit den schärfsten Sinnen in dem Ganzen nicht wahrgenommen werden konnten. Diese chemischen Bestandtheile zerfallen nun wieder in die sogenannten näheren Bestandtheile, d. i. solche, welche selbst wieder in unter sich heterogene Mischungstheile zerlegbar sind, und in die sogenannten entfernteren, deren Characteristik darin besteht, dass man sie nicht weiter in ungleichartige Stoffe zerlegen kann, und welche darum Elemente oder Grundstoffe genannt werden.

Von den der Chemie bis jetzt bekannten 57 Elementen findet sich nur der dritte Theil im Pflanzenreiche vor.

Sauerstoff (Oxygen) und **Wasserstoff (Hydrogen)** kommen in allen Pflanzen vor, **Stickstoff (Azot)** ist als **Hauptmengtheil** der atmosphärischen Luft häufig in den **Luft-höhlen** der Pflanzen enthalten und findet sich auch ausserdem mit anderen Stoffen verbunden, z. B. in den **Pilzen**. Der **Kohlenstoff** kommt in allen Pflanzen vor, seltener **Schwefel** und **Phosphor**; **Chlor**, **Brom** und **Jod** zeigen sich nur in Pflanzen, die im **Meerwasser** wachsen.

Von metallischen Grundstoffen findet man nur **Mangan**, **Eisen** und **Kupfer**, dann **Kalium**, **Natrium**, **Calcium**, **Magnium**, **Alumium** und **Silicium**, doch alle nur in oxydirtem Zustande (d. h. mit Sauerstoff verbunden).

In der Reihe der näheren Bestandtheile der Pflanzen lässt sich eine doppelte Classe von chemischen Verbindungen unterscheiden, nemlich **binäre**, in welchen stets je zwei Bestandtheile mit einander verbunden sind, mögen diese nun einfach oder zusammengesetzt sein — **unorganische Verbindungen**, wie sie sich auch im **Mineralreiche** finden, oder **ternäre** und **quaternäre**, in denen stets wenigstens drei Elemente unmittelbar mit einander verbunden sind, ohne vorher Verbindungen unter einander eingegangen zu haben — **organische Verbindungen**, die meist nur im **Thier-** und **Pflanzen-Reiche** vorkommen und durch keine chemische Kunst aus den chemischen Grundstoffen wiederherzustellen sind.

Zu den unorganischen Verbindungen gehört das **Wasser**, die Reihe der unorganischen Säuren (als **Kohlensäure**, **Schwefelsäure**, **Salpetersäure**, **Phosphorsäure**, die man unter dem allgemeinen Namen **Sauerstoffsäuren** begreift), ferner **Salzsäure**, **Hydriodsäure** und **Blau-säure** (die man unter dem Namen **Wasserstoffsäuren** zusammenfasst). Die unorganischen Salzbasen (d. i. Stoffe, die, mit Säuren verbunden, Salze bilden) zerfallen in **Alkalien** (**Ammoniak**, **Kali**, **Natron**, **Kalk**), in **Erden**

(Magnesia oder Bittererde, Thonerde, Kieselerde) und in Metalloxyde, die jedoch im Pflanzenreiche nur in geringer Menge und meist in Verbindung mit Phosphorsäure vorkommen.

Zu den organischen Verbindungen gehören die organischen Säuren, auch Pflanzensäuren genannt (Essigsäure, Aepfelsäure, Citronensäure u. s. w.), ferner die Pflanzenschleime (Gummi, Bassorin, Cerasin), das Stärkmehl, wie es aus Getreide, Kartoffeln, dem Stamme vieler Palmen u. s. w. gewonnen wird, der Zucker, die Pflanzenfaser oder der Holzstoff, der von allen Pflanzentheilen übrig bleibt, nachdem man sie mit siedendem Wasser, Alcohol, mit Säuren und Chlorauflösung behandelt hat.

Zu den organischen Stoffen gehören ferner noch die zahlreichen Farbstoffe (Fernambukroth, Krapproth, Lakmusroth, Gelbholzroth, Waugelb, Safrangelb, Indigblau). Auch viele Fette, sogenannte Pflanzenfette finden sich im Pflanzenreiche als organische Verbindungen (die sogenannten fetten Oele) vor, als: Leinöl, Mohnöl, Hanföl u. s. w. Auch die flüchtigen oder ätherischen Oele zeigen sich sehr häufig, als: Zimmetöl, Nelkenöl, Rosenöl u. s. w., ebenso die Harze, als: Fichtenharz, Federharz oder Kautschuk. Ziemlich verbreitet zeigen sich endlich im Pflanzenreiche noch die organischen Salzbasen oder Pflanzenalkalien; jedoch sind sie meist nur einzelnen Pflanzengruppen eigenthümlich, so z. B. das Nikotin den Tabacksarten (*Nicotiana*), das Hyoscyamin dem schwarzen Bilsenkraute (*Hyoscyamus niger*), das Atropin dem Tollkraute (*Atropa Belladonna*) u. s. f.

2) Elementarorgane der Pflanzen.

a) Zellen.

Die anatomische Betrachtung der Pflanzen bietet in ihren einfachsten oder Elementartheilen zwei Formen der Entwicklung dar, nemlich Zellen und Gefässe. Die Zellen finden sich in jeder Pflanze vor und bilden in ihrer Urform kugelige Bläschen, die aus einer dünnen, durchsichtigen, farblosen Membran bestehen und im Inneren mit einem gefärbten oder farblosen Saft angefüllt sind. Die einfachsten Pflanzenformen, wie z. B. der Flugbrand (ein Staupilz), bestehen nur aus einer einzigen kugeligen Zelle; eine etwas höhere Entwicklung gibt sich schon da kund, wo eine solche Zelle viele andere, kleinere in sich schliesst. Durch Streckung in die Länge geht die ursprünglich kugelige Zelle in die ellipsoidische und endlich sogar in die walzige Form über. Reihen sich nun mehrere solcher kugeligen oder walzigen Zellen fadenförmig an einander, so entstehen daraus die sogenannten Wasserfäden (Conferven), die gegliederten Fäden der Fadenpilze und viele andere der niedersten Pflanzenformen. Treten dagegen kugelige Zellen nicht von einer, sondern von vielen Seiten her zusammen, so bildet sich durch den allseitigen Druck, den sie auf einander ausüben, die polyedrische Zelle, welche dadurch, dass jede Zellenkugel von zwölf anderen gleichgrossen von ebensoviel Seiten her gleichmässig zusammengedrückt wird, nothwendig die Gestalt eines Rhombendodekaëders (Rautenzwölfflachs) annehmen muss, welches daher gleichsam das Ideal der Form ist, in welcher die mit anderen verbundene Zelle auftritt. Allein in den meisten wirklichen Fällen erscheint als Grundform der Zelle ein langgezogenes Rhombendodekaëder, welches sowohl im Horizontal- als Vertical-Schnitt regelmässige Sechsecke zeigt. Daher

erscheinen bei allen höheren Pflanzenformen die Zellen (z. B. eines durchschnittenen Stengels) in der oft sehr regelmässigen sechseckigen Gestalt der Bienenzellen. Doch verschwindet auch oft diese geometrische Regelmässigkeit mehr oder weniger dadurch, dass eine Zelle nicht immer gerade gesetzmässig von zwölf, sondern nicht selten auch von mehr oder weniger Kugeln zusammengeedrückt wird, woher es dann kommt, dass man auch vier-, fünf-, sieben- oder achteckige Zellen, oder ganz unbestimmte Figuren auf dem Durchschnitte gewahrt. Wird die regelmässige Grundform des Rhombendodekaeders oben und unten abgestutzt, wobei statt der zwei waagrechten und zwei senkrechten Rautenflächen vier sechseckige Flächen entstehen und nur noch die acht schiefen Rautenflächen übrig bleiben, so entsteht dadurch das sogenannte tessularische Gewebe. Wird dieses Abstutzen so lange fortgesetzt, bis die senkrechte Achse des Dodekaeders kleiner als die waagrechte ist, so bildet sich dadurch das sogenannte mauerförmige Zellgewebe, wie es sich als die gewöhnliche Form in den Zellen der Markstrahlen der Holzgewächse findet. Oft verlängern sich auch die dodekaëdrischen Zellen dergestalt, dass die senkrechte Achse die waagrechte um das Zwanzigfache und noch mehr an Länge übertrifft. Dadurch entstehen die unten spitzig auslaufenden, vorzüglich im Bast und Holze vorkommenden Bast- und Holzzellen, die ihrer langgestreckten Gestalt wegen mehr Röhren als Zellen gleichen und darum oft Saft- oder Bast-Röhren genannt wurden. In der Oberhaut der Stengel und in den Blättern erscheinen dagegen die Zellen oft ganz plattgedrückt, wobei sie manchmal wegen ungleichmässiger Ausbildung ihrer Seiten sternförmige Figuren darstellen. Indem sich diese aneinanderreihen, lassen sie dreieckige Zwischenräume zwischen sich — sogenannte strahlenförmige Zellen, wie sie sich z. B. im Stengel des gemeinen Rispengrases (*Poa aquatica*) finden.

Indem die ursprünglich kugelförmigen Zellen durch allseitigen Druck, den sie wechselweise auf einander ausüben, sich zur dodekaëdrischen Gestalt ausbilden, und die Kanten dieses regelmässigen Körpers sich schärfer und schärfer ausdrücken, muss nothwendig der Raum für die zwischen den einzelnen Zellen befindliche Flüssigkeit immer beschränkter werden. Er kann aber nicht gänzlich verschwinden und bildet auf diese Weise oft regelmässig dreiseitige saftführende Zellen, die man Intercellulargänge nennt. Aehnliche Bildung mit ihnen haben die sogenannten Lufthöhlen, welche theils in der jungen Pflanze schon vorhanden und in diesem Falle nichts anderes, als luftführende Intercellulargänge sind, die sich aber stellenweise in ihrem Inneren von häutigen Querscheidewänden unterbrochen zeigen; theils erst in Folge rascher und unregelmässiger Ausdehnung beim Wachsen durch das Zerreißen, Vertrocknen und endlich durch völliges Verschwinden des Zellgewebes entstehen und dann Luftlücken genannt werden. Jene Art von Lufthöhlen findet sich besonders ausgezeichnet im Stengel der Seerosen (*Nymphaea*), diese vorzüglich im Stengel der Doldenpflanzen (*Umbellatae*) und der meisten Gräser.

Ueber die Haut, welche die Zellen bildet, ist Folgendes zu bemerken: Sie besteht aus Membranstoff (d. i. Holzfaser, welche, mit concentrirter Aetzkalilauge abgedampft oder mit concentrirter Schwefelsäure behandelt, in Stärkmehl übergeht), ist meist nur sehr dünn, durchsichtig und an sich farblos, nur von dem Inhalte der Zelle (meist ein eigenthümlicher Farbstoff — Blattgrün, *Chlorophyllum*) mehr oder weniger gefärbt. Nachdem die Zelle durch Intussusception der durch das ganze Zellgewebe verbreiteten Nahrungsflüssigkeit eine bestimmte Ausdehnung erlangt hat, lagert sich nun der Membranstoff auf der inneren Zellenwand als concrete Schicht ab, jedoch nicht als continuirliche Membran, sondern als Spirale, die sich entweder als einfache oder

mehrfache Spiralfaser oder als Spiralband darstellt. Die einzelnen Windungen der Spiralfaser verwachsen oft sowohl mit der Zellenmembran, als auch mit einander selbst; wobei jedoch häufig kleine Zwischenräume frei bleiben, die sich als runde oder längliche Oeffnungen darstellen, dabei aber von der ursprünglichen Zellhaut verschlossen sind. Es zeigen sich indessen auch in manchen Fällen, z. B. in den Blattzellen des Sumpfmoores (*Sphagnum*), wirkliche, d. i. offene Poren, die jedoch wohl nur durch fortgesetzte Verdünnung und endliches Zerreißen der ursprünglichen Zellhaut entstanden sind. Durch diese Poren kann nun der in den Zellen enthaltene Pflanzensaft frei von einer Zelle in die andere übergehen. Wo aber diese wirkliche Durchlöcherung fehlt, da zeigt sich die von Sömmerring und Dutrochet entdeckte Intercapillarität thätig, d. i. jene Eigenschaft organischer Häute, gemäss welcher Flüssigkeiten von verschiedener Sättigung, welche durch solche animalische oder vegetabilische Membrane von einander getrennt sind, durch diese hindurch ihre Stoffe gegenseitig so lange austauschen, bis beide gleiche Dichtigkeit erlangt haben.

Den Inhalt der Zellen bildet eine meist wasserhelle Flüssigkeit, welche eine Menge theils organischer, theils unorganischer Stoffe aufgelöst enthält. Diese Stoffe vereinigen sich während des Wachstums beständig zu neuen Verbindungen, die sich theils als Membranstoff an die innere Zellwand niederschlagen, theils als kleine Stärkmehlkörnchen oder als flockige Massen, wie das Blattgrün (*Chlorophyllum*), in dem Zellsaft schwimmen. Dieses Blattgrün, eine wachsartige Substanz, überzieht theils die inneren Zellwände, theils schlägt es sich auf die in der Zellflüssigkeit schwimmenden sogenannten Zellsaftkügelchen nieder und gibt dadurch zunächst diesen, dann aber auch der ganzen Pflanze die grüne Farbe. Ferner bilden den Zelleninhalt andere eigenthümliche harzartige Farbstoffe (z. B.

Blumenblau, Blumengelb u. dergl.), die aber wahrscheinlich nur verschieden modificirtes Chlorophyll sind und durch mannigfaltige chemische Verbindungen alle die verschiedenen Pflanzenfarben hervorbringen. Ferner enthalten die Zellen bisweilen auch Crystalle von phosphorsaurem, kohlensaurem und kleesaurem Kalke. Am häufigsten sind die in Büschel vereinigten nadelförmigen Crystalle aus kleesaurem Kalke. Auch rhomboëdrische Crystalle aus kohlensaurem Kalke findet man nicht selten, besonders in den Blattstielen. Die Pflanzen saugen nemlich theils mittelst der Wurzel diese in der Erde gebildeten und im Wasser aufgelösten Salze auf, theils bilden sich diese Substanzen (wie die Kleesäure) erst in den Pflanzen, und schiessen dann als Crystalle in den Zellen an.

b) Gefässe.

Unter den Gefässen versteht man Röhren, welche aus mehreren langgestreckten, senkrecht übereinanderstehenden Zellen dadurch entstehen, dass die ihre inneren Höhlungen trennenden Wände verschwinden, wodurch diese übereinandergestellten Zellen sodann in offene Verbindung treten. Wie bei den Zellen, so lagert sich auch hier auf der inneren Wand der Gefässe der Membranstoff in Spiralform ab. Dabei zeigen sich die Spiralfasern entweder bandartig vereinigt und schraubenförmig gewunden (eigentliche Spiralgefässe), oder sie lösen sich stückweis an beiden Enden ab und bilden dadurch gesonderte Ringe, welche man nun mit dem Namen Ringgefässe bezeichnet. Tritt der nicht seltene Fall ein, dass sich eine Spiralfaser verästelt und mit anderen kreuzt, wobei die Fasern verwachsen und dann unablösbar sind, so sind dies die netzförmigen Gefässe. Punctirte, poröse und gestreifte Gefässe nennt man solche, an denen die durch Ablagerung des Membranstoffs an der Innenwand der Röhre entstandene

Verdickungsschichte mit rundlichen Oeffnungen oder Querspalten versehen ist. Sind diese Querspalten verhältnissmässig lang und regelmässig geordnet, so benennt man diese Art von Spiralgefässen mit dem Namen Treppengänge.

Zwar lassen sich nun alle diese verschiedenen Formen der Spiralgefässe auf einen Grundtypus zurückführen; allein in der Natur selbst sieht man nie eine Modification während des Verlaufs ihrer Ausbildung in eine andere übergehen.

Die Spiralgefässe haben, so lange sie noch in ihrer Ausbildung begriffen sind, die Bestimmung, als Saftleiter zu wirken. Sind sie aber einmal vollständig entwickelt, so führen sie Luft und Wasserdunst, kehren aber zur Zeit der vermehrten Saftzuführung im Frühjahre periodisch wieder zu ihrer früheren Bestimmung zurück. Sie sind also nicht, wie man früher glaubte, ausschliesslich luftführende Organe.

Da diese Spiralgefässe sich nicht in allen Pflanzen vorfinden, sondern den niederen Pflanzen vorherrschend fehlen, den höheren dagegen, besonders denjenigen, die sich geschlechtlich fortpflanzen (nur mit Ausnahme einiger Wassergewächse), eigen sind, so gründete man auf ihr Vorhandensein oder Nichtvorhandensein die Eintheilung der Pflanzen in Gefässpflanzen (*plantae vasculares*) und Zellenpflanzen (*pl. cellulares*).

Nebst den Spiralgefässen unterscheidet man in den Pflanzen auch noch die sogenannten Milchsaftgefässe (*vasa lactescentia*), d. i. gestreckte, oft nach allen Richtungen hin verästelte Canäle, welche einen farblosen oder auch verschiedenfarbigen Milchsaft führen, dessen Bedeutung für das Leben der Pflanze uns bis jetzt noch unbekannt ist. Die nicht selten zu beobachtenden Strömungen des Milchsaftes in den Milchsaftgefässen sollen nach

den neuesten Beobachtungen nicht einer organischen Kraft, sondern nur mechanischen Ursachen zuzuschreiben sein.

3) Achsen- und Seiten-Organen.

Bei einem Pflanzenindividuum ergeben sich durch unmittelbare empirische Betrachtung als verschiedene Theile: Wurzel, Stengel, Blatt, Blüthe und Frucht. Diese einzelnen Organe lassen sich aber auf zwei einander ausschliessende Systeme von Grundorganen zurückführen, nemlich auf die Achse und die Seitenorgane. Die Achse begreift in sich den Stengel mit der nach unten wachsenden Wurzel, die Seitenorgane umfassen das Blatt, die Blüthe und die Frucht. Aber auch diese letzteren lassen sich auf eine höhere Einheit, nemlich auf das Blatt, reduciren, indem die Blumenblätter (Kelch und Krone) leicht ihre Blattnatur verrathen und sogar die Staubfäden und Stempel (Pistille) sich bisweilen in einzelne Blätter auflösen. Stengel und Blatt erscheinen daher als die Grundorgane der Pflanzen, auf welche alle übrigen Organe sich zurückführen lassen, was man seit Göthe als Metamorphose der Pflanzen bezeichnet.

Ob aber wohl diese beiden Grundorgane sich nicht auf eine höhere Einheit zurückführen lassen? Die Beantwortung dieser Frage fällt mit der Angabe der wesentlichen Unterscheidungsmerkmale zwischen Stengel und Blatt zusammen. Worin bestehen aber diese Merkmale? Das Erste, worauf man bei empirischer Betrachtung der Pflanze verfällt, ist die Verschiedenheit der äusseren Gestalt. Denn das Blatt zeigt in der Regel eine flächenartige Ausbreitung mit einem rundlichen Umfange, der Stengel dagegen meist eine cylindrische Gestalt. Allein der unbezweifelbare Stengel der gemeinen Fackeldistel (*Cactus Opuntia L.*), von *Ruscus* und *Phyllanthus* zeigt ebenfalls entschiedene Blattgestalt. Die äussere Form ist also trügerisch und kann

allein nicht das Criterium der Unterscheidung zwischen Stengel und Blatt sein. Nur die Bildungsweise beider kann uns die wesentlichen Unterscheidungsmerkmale liefern. Bei der Beobachtung dieser Bildungsweise aber ergibt sich, dass das Wachsthum des Stengels wesentlich von Unten nach Oben erfolgt und darum im Allgemeinen unbegrenzt ist, dagegen die Entwicklung des Blattes von der Spitze zur Basis fortschreitet, die Blattscheibe sich zuerst, der Blattstiel aber erst später entwickelt, die Spitze also der ältere, die Basis der jüngste Theil des Blattes und sein Wachsthum demnach ein begrenztes ist. Durch diese der Entwicklungsart entnommenen Merkmale erscheinen nun Stengel und Blatt in einem scharfen, durch keine Uebergänge zu vermittelnden Gegensatze, und es ist damit der wissenschaftliche Begriff beider gewonnen.

a) **Achsenorgane.**

aa) *Die Wurzel.*

Unter Wurzel versteht man jene Theile der Pflanze, die, woher sie auch immer ihren Ursprung haben, nach einem Gesetze der Natur stets dem Mittelpunkte der Erde entgegenwachsen. Doch machen alle ächten Schmarotzerpflanzen von dieser allgemeinen Regel eine Ausnahme, wie man dies besonders bei der Mistel (*Viscum album*) beobachtet hat, welche ihr Würzelchen stets senkrecht auf die Achse des Zweiges richtet, auf dem der Saame keimt.

Durch viele und genaue Beobachtungen berühmter Botaniker (Knight, Duhamel, Dutrochet) ist es hergestellt, dass weder der Einfluss der Feuchtigkeit, noch jener der Finsterniss die Richtung des Würzelchens beim Keimen des Saamens bestimmt, sondern dass dieselbe einzig auf dem bemerkten allgemeinen Naturgesetze beruht.

Eine andere charakteristische Eigenthümlichkeit der Wurzel ist, dass sie in keinem Falle Blätter oder blattartige Organe (Schuppen oder Narben) trägt. Darum sind alle Pflanzentheile, die mit solchen Schuppen oder Blattrudimenten besetzt sind, obwohl sie unter der Erde sich befinden, nicht als Wurzeln, sondern als unterirdische Stengel zu betrachten. Obgleich sich aber nie Blattorgane an der ächten Wurzel zeigen, so vermag sie doch aus jenen Stellen, die dem Einflusse der Luft und des Lichtes ausgesetzt sind, Knospen zu treiben, die aufwärts wachsend sich zu Stengeln und Blättern entfalten. Ja die Wurzel zeigt, ungeachtet ihrer scheinbaren gänzlichen Verschiedenheit vom Stengel, dennoch wieder mit diesem die nächste Verwandtschaft. Denn durch häufig angestellte Versuche ist es ausgemacht, dass z. B. ein Weidenbaum, den man mit seinen Wurzeln ausgegraben und umgekehrt mit den Aesten in die Erde eingegraben hat, alsbald aus den Aesten Wurzeln treibt, worauf dann auch aus den Wurzeln sich Knospen, Zweige und Blätter entwickeln.

In Bezug auf Gestalt, Lage und Ursprung der Wurzel unterscheidet man verschiedene Modificationen derselben. Unsere Laubhölzer und viele krautartige Pflanzen besitzen einen dicken, mehr oder weniger in Aeste sich theilenden, senkrecht in die Erde hinabsteigenden Wurzelstamm, den man Pfahlwurzel nennt. In ihrer Begleitung finden sich oft nahe unter der Oberfläche des Bodens oder sogar über derselben in horizontaler Richtung verlaufende Wurzeln, welche man besonders deutlich und zahlreich an den Pappelbäumen wahrnehmen kann und Thauwurzeln heisst. Beide Wurzelformen zertheilen sich an ihren Enden immer mehr in Zweige und endlich in ganz feine Zasern (Wurzelzasern), welche die eigentlichen Saugorgane der Wurzel bilden. Die drei bisher beschriebenen Wurzelformen nehmen ihren Ursprung stets am Grunde des Stengels oder Stammes; nur der horizontal auf oder unter der Erde hin-

laufende Stengel trägt in seiner ganzen Länge von Stelle zu Stelle Wurzelasern, so, dass der hintere Theil des Stengels ohne Schaden für den vorderen abgeschnitten und vernichtet werden kann, wie dies z. B. bei der Maiblume, beim Bärlapp und vielen anderen Pflanzen der Fall ist. Andere, meist über den Boden sich erhebende, rankende Pflanzen treiben, wie z. B. der Epheu, an ihrem Stengel und dessen Aesten zahlreiche sogenannte Saugwurzeln, womit sie sich an andere Pflanzen oder selbst an Mauern befestigen und aufrecht halten. Bei manchen Bäumen der Tropengegenden entspringen sogar von den mehr oder weniger in horizontaler Lage ausgebreiteten Aesten dicke Wurzeln, die sich abwärts bis zum Boden verlängern, hier sich befestigen und auf diese Weise den schwankenden Aesten als Stützen dienen. Alle diese verschiedenen, am Tageslichte entspringenden Wurzeln fasst man unter dem gemeinsamen Namen „Luftwurzeln“ zusammen.

Wenn wir die Gestalt der Wurzel durch die Hauptabtheilungen des Pflanzenreichs verfolgen, so finden wir die Stamm- und Zaser-Wurzel nur bei den Gefässpflanzen (sowohl Monocotyledonen als Dicotyledonen). Bei den höheren Zellenpflanzen (Laub- und Lebermoosen) besteht die Wurzel nur noch aus einer Menge filzartiger Haare, wesswegen man sie Haarwurzel genannt hat. Steigen wir noch eine Stufe tiefer zu den Flechten und Pilzen herab, so finden sich zwar auch hier noch zum Theil die Wurzelhaare der höheren Zellenpflanzen; die meisten Pflanzen dieser Abtheilungen sind aber nur noch mittelst scheiben- oder knollenförmiger Haftorgane am Boden befestigt, oder haften mit ihrer ganzen unteren Fläche auf Baumrinden oder Steinen, wie die sogenannten Krustenflechten, oder liegen sogar ohne alle Befestigung auf dem Boden, wie die bisher sogenannten essbaren Flechten der kirgisischen Steppe (in der Wirklichkeit eine Alge — *Nostoc*), oder schwimmen frei im Wasser, wie viele Wasserfäden (Conferven).

Ihrem anatomischen Baue nach besteht die Wurzel bei den Gefässpflanzen aus einer Rinde, dem Holzkörper und bisweilen selbst aus einer Markröhre. Die Rinde ist zusammengesetzt aus einer Oberhaut, aus Rindenfasern und vielem Zellgewebe. Die Fasern sind aber nicht, wie dies im Stamme der Fall ist, in mehrere Lagen geschieden, sondern innig mit einander verbunden. In dem Holzkörper, der aus nur undeutlich zu erkennenden Schichten (Jahresringen) besteht, finden sich gestreifte und punctirte Gefässe nebst Markstrahlen; nur in jüngeren Stämmen und besonders bei den Zapfenbäumen hat man Spiralgefässe entdeckt. In den Wurzeln der Monocotyledonen fehlen die Markstrahlen und Jahresringe und ein Kreis von Gefässbündeln umgibt eine im Mittelpunkte liegende Masse von Holzgewebe. In den niedrigsten Familien der Acotyledonen (Cryptogamen) bestehen die Wurzelhaare nur noch aus aneinandergereihten, gegliederten oder ungegliederten, verlängerten Zellen, so bei den Moosen, Lebermoosen, Equisetaceen, dann bei den Algen, Flechten und Schwämmen. Die höheren Formen der Acotyledonen, besonders die Farnkräuter, nähern sich in ihrem Baue dem der Monocotyledonen, nur mit dem Unterschiede, dass sie keine Stränge eigentlicher Gefässe enthalten.

Nach ihrer Dauer kann man die Wurzeln in einjährige, zweijährige, ausdauernde und holzige eintheilen, darf aber dabei nicht vergessen, dass auf eine solche Eintheilung kein gar grosser Werth zu legen sei, indem Klima und Temperatur mancherlei Veränderungen in der Lebensdauer der Wurzel hervorbringen. Dies beweist z. B. die Resede (*Reseda odorata*), die bei uns eine einjährige Pflanze ist, in den ägyptischen Sandsteppen aber Jahre lang fortlebt, also ausdauernd wird.

Die Bestimmung der Wurzel ist eine doppelte: Befestigung der Pflanze und Aufnahme der Nahrungsstoffe. Diese müssen, wenn sie von der Wurzel aus dem Boden

aufgenommen werden sollen, stets flüssiger Natur sein, und bestehen vorzüglich in einer Auflösung von Kohlensäure und Ammoniaksalzen in Wasser. Die Aufnahme der Nahrungsflüssigkeit geschieht vermittelt der Wurzelzäsern, die zu diesem Zwecke an ihren Enden aus lockerem, durchscheinendem Zellgewebe bestehen, welches die Spitzen der Zäsern wulstförmig umgibt. Die Saugkraft dieser Wurzelwülstchen bezeichnet man als Endosmose, wobei der dichtere in den Zellen befindliche Zellsaft durch die Zellhäute hindurch die weniger dichte Flüssigkeit des Bodens an sich zieht.

bb) *Der Stamm.*

Stamm ist jener Theil der Pflanze, der in seinem Wachsthum eine der Wurzel gerade entgegengesetzte Richtung verfolgt, und, während diese sich in nächtlicher Finsterniss verzweigt, freudig dem Sonnenlichte entgegenstrebt. Darum ist auch der Stamm, nebst allen auf ihn sich gründenden Theilen, mit hellen, oft prachtvollen Farben geschmückt, während die Wurzel stets ein unfreundliches, düsteres Ansehen behält.

Einen Stamm besitzen alle Gefässpflanzen, wenn er gleich nicht selten sehr verkürzt oder unter der Oberfläche der Erde verborgen ist; nur den Zellenpflanzen fehlt nicht selten der Stamm, so manchen Algen, Pilzen, Lebermoosen und den Wasserlinsen.

Der Stamm erscheint unter verschiedenen, jedoch vielfach in einander übergehenden Formen, die sich alle auf fünf Hauptformen bringen lassen, nemlich den Fadenstamm, den Pilzstamm, den Lagerstamm, den Krautstamm und den Holzstamm.

Der Fadenstamm ist die einfachste Stammform, denn er besteht entweder aus einer einzigen, aber langgestreckten Zelle, oder aus mehreren nur in Einer Reihe anein-

andergereihten Zellen. Er kommt bei den Armleuchtern (*Chara*) — wo jedoch um die Zellen der Achse und der Seitenäste noch eine einfache Lage langgestreckter Zellen spiralig gelagert ist — und ausserdem bei Pilzen (Schimmelarten) und Algen vor.

Eine schon etwas höhere Entwicklung bietet der Pilzstamm dar, denn er besteht aus einem Gewebe von locker verbundenen, runden Zellen und ist meist mit Wurzelhaaren befestigt. Bei allen mit einem hutartigen Fruchtorgane versehenen Pilzen (den sogenannten Hutpilzen) ist er mit diesem Hute in eine fleischige Haut, den Wulst, eingeschlossen, den er aber bei fortschreitendem Wachsthum zersprengt und ihn dann nur noch als eine sackartige Erweiterung an seinem unteren Ende trägt. Nebst dieser fleischigen Wulsthaut ist Stamm und Hut bei manchen Hutpilzen in der Jugend noch in eine zweite häutige Hülle, den sogenannten Schleier, eingeschlossen, der bei fortgesetzter Entwicklung des Pilzes sich rings um den unteren Rand des Hutes ablöst und dann um den Pilzstamm einen häutigen, meist festgewachsenen Ring bildet. Der Pilzstamm, der überhaupt nie eine bedeutende Länge erreicht, schrumpft oft zu einer flachen, schleimigen oder faserigen Ausbreitung zusammen und verschwindet endlich sogar nicht selten ganz.

Eine höhere Entwicklung als der Pilzstamm bietet der Lagerstamm, wenigstens in seinen vollkommneren Formen, dar. Zwar besteht auch er aus einem Gewebe von locker verbundenen, runden Zellen, trägt sogar statt der Wurzelhaare nur noch sogenannte Haftfasern oder andere Anheftungsorgane, die nicht zur Ernährung der Pflanze, sondern nur zu ihrer Befestigung dienen; allein in seinen höheren Formen zeigt er häufig sehr deutlich blattartige Ausbreitung und selbst manchmal strauchartige Verzweigung, was ihm nicht selten eine wenigstens äussere Aehnlichkeit mit höheren Pflanzen verleiht. Dabei ist die Blatt-

substanz des Lagerstammes bisweilen sogar von den Aesten nervenartig durchzogen; in anderen Fällen dagegen verschwinden diese Nervenzweige gänzlich und die ganze Pflanze stellt eine einzige dem Boden mehr oder weniger fest anliegende, an ihrem Umfange aber oft noch gelappte, nervenlose Blattmasse dar, die einestheils in eine gallertartige Substanz übergeht, anderntheils zu einer harten, trocknen, Stein und Holz überziehenden Kruste wird und sich dann oft ganz in einen feinen, körnigen Staub auflöst. Den Gegensatz zu diesen wie angegossenen sogenannten Krusten- und Schorf-Flechten bilden einige frei im Wasser schwimmende Algen und die unbefestigt den Boden oft in grosser Menge bedeckenden essbaren Flechten (eigentlich Algen — *Nostoc* —) der kirgisischen Steppen. Aus der mehr oder weniger horizontal ausgebreiteten Oberfläche des Lagerstammes erheben sich oft theils knopfartige, auf einem Stiele ruhende, theils becherförmige, theils sogar vielfach verzweigte Organe, auf und in welchen die Früchte sich entwickeln, wobei nicht selten das horizontal am Boden befestigte Lager nach und nach ganz verschwindet und nur noch jene fruchttragenden Organe, die sogenannten Gestelle, übrig bleiben.

Wieder zu einer höheren Stammform führt uns der Krautstamm hinüber, denn er kommt allen nicht holzigen oder nur unvollkommen verholzten (krautartigen) sowohl Gefäss- als Zellen-Pflanzen zu und ist mit Blättern oder wenigstens mit Blattrudimenten besetzt. Im Bereiche der Gefässpflanzen unterscheidet man als verschiedene Modificationen des Krautstammes den Stengel, wie er sich z. B. bei den Ranunkelarten und überhaupt bei den meisten krautartigen Gefässpflanzen findet und wobei man wieder als besondere Formen den Grashalm bei den Gräsern und den Binsenhalme bei den Binsen unterscheidet. Bei den Zellenpflanzen unterscheidet man den Moosstengel und den Laubstengel. Jener hat das Eigenthümliche, dass

er seiner ganzen Länge nach sehr dicht mit Blättern besetzt ist, die ihn oft dem Auge ganz entziehen, und nur Haarwurzeln trägt. Er findet sich nicht bloß bei den Laubmoosen, sondern auch bei allen jenen Lebermoosen, deren Blätter an ihrem Umfange noch deutlich von einander geschieden, d. h. nicht mit einander verwachsen sind. Von dem Moosstengel unterscheidet sich der Laubstengel dadurch, dass er von Unten bis Oben ganz und gar von zusammenhängender Blattmasse umgeben ist, in der er selbst nur noch als ein durchziehender, einfacher oder verzweigter Blattnerve erscheint. Er findet sich nur bei Lebermoosen (z. B. *Marchantia*, verschiedenen Species der Gattung *Jungermannia*, bei *Anthoceros* und *Riccia*) und ist, wie der Moosstengel, nur mit Wurzelhaaren am Boden befestigt.

Der Holzstamm erscheint als die am Höchsten entwickelte und in ihrem inneren Baue complicirteste Stammform. Characteristisch ist für ihn die vollständig bei ihm eintretende Verholzung. Er kommt nur bei Gefäßpflanzen vor und tritt unter zwei Hauptformen auf, nemlich als Stamm (*truncus*) und als Stock (*caudex*) oder Strunk (*stipes*).

Der Stamm kommt nur bei den dicotyledonarischen Holzgewächsen vor und hat das Eigenthümliche, dass er an seinem Grunde den grössten Umfang zeigt, der nach Oben sich allmählig verdünnt, wodurch der Stamm eine kegelförmige Gestalt erhält. Unten astlos, theilt er sich nach Oben in Aeste, Zweige und Zweiglein. In seinem Inneren zeigen sich die sogenannten Jahresringe, concentrische Holzablagerungen, die sich alljährig zwischen Bast und Holz um eine neue vermehren, wodurch eine Art des Wachstums in die Dicke und Höhe eintritt, die man kurz und richtig so ausdrücken kann: der Stamm wächst durch jährliches Aufsetzen eines neuen hohlen Kegels auf die früheren.

Der Stock kommt den baumartigen Farnen, den mono-

cotyledonarischen Pflanzen, wie z. B. den Palmen, und nur einigen wenigen Dicotyledonen zu. Seiner Form nach bildet er keinen Kegel, sondern einen Cylinder, trägt unten stets nur eine büschelige Zaserwurzel und oben nur selten Aeste, meist nur einen Strauss von Blättern und Blüthen. Im Innern sind keine Jahresringe sichtbar, sondern nur Gefässbündel, die theils ohne bestimmte Ordnung vertheilt sind, theils nur einen einzigen Kreis bilden. Die Vermehrung dieser Gefässbündel bewirkt das Wachsthum des Stockes in den Umfang, das Wachsthum in die Höhe erfolgt durch fortgesetzte Entwicklung neuer Gipfelknospen.

cc) *Anatomischer Bau des Stammes.*

Bei der folgenden Beschreibung der inneren Structur des Stammes werden wir, der grösseren Klarheit wegen, mit der höchsten Entwicklungsstufe des Pflanzenreiches beginnend, zuerst die Dicotyledonen, dann die Monocotyledonen und zuletzt die acotyledonischen Gefässpflanzen, und zwar nur die Holzgewächse dieser drei Classen betrachten, indem die dazu gehörenden krautartigen Gewächse im Wesentlichen dem Typus der Holzgewächse folgen und nur bei der letzten Abtheilung es noch nicht wohl möglich ist, ein allgemein durchgreifendes Gesetz für den anatomischen Bau des Stengels aufzustellen. Die verschiedenen Stammformen der Zellenpflanzen (die sämmtlich Acotyledonen sind) bedürfen keiner besonderen anatomischen Charakteristik, weil sie nur aus mehr oder weniger vollkommenem Zellgewebe bestehen.

α) *Anatomischer Bau des Stammes der dicotyledonischen Holzgewächse.*

Auf der Fläche des Querschnittes eines dicotyledonischen Baumes unterscheidet man die sogenannten Jahresringe, die (in grösserer oder geringerer Zahl) concentrische,

leicht zu unterscheidende Lagen bilden, so dass man sich jeden Baumstamm unserer Wälder aus mehreren übereinandergestülpten langen hohlen Kegeln gebildet denken kann. Von Aussen nach Innen folgen sich diese concentrisch-kreisförmig einander einschliessenden Lagen in folgender Ordnung:

1) Rinde und Bast, 2) Holz, 3) Mark.

Die Rinde, die äusserste Umkleidung der Holzgewächse, besteht wieder aus mehreren besonders zu unterscheidenden concentrischen Lagen, nemlich aus der Oberhaut, der krautartigen Hülle und aus den eigentlichen Rindenschichten. Unter Oberhaut (*epidermis*) versteht man die äusserste, dünne, zellige und mit Spaltöffnungen (*stomata*) versehene Haut, welche die jüngeren Triebe und Aeste der Holzstämme so wie alle krautartigen Stämme überkleidet. Unmittelbar unter der Oberhaut liegt als eine zellige Schicht die krautartige Hülle. Sie vertrocknet und verschwindet bei den Holzpflanzen mit fortschreitendem Alter, und steht durch die später noch zu characterisirenden Markstrahlen mit dem Marke in Verbindung. Auf die krautartige Hülle folgt die eigentliche Rindenschicht. Sie besteht aus Faserbündeln, die von dickwandigen Röhren gebildet und mit Zellgewebe verbunden sind. Die eigentlichen Spiralgefässe fehlen ihr gänzlich. Der Bast oder der innerste Theil der Rinde besteht aus einem Netze von Faserbündeln mit dazwischenliegendem Zellgewebe, ist aber überhaupt von gleichem Ursprunge und, mit geringer Modification, von demselben Baue wie die Rinde. Während der Jugendzeit des Zweiges sind dessen Rinden- und Bast-Schichten krautartig, verholzen aber später, worauf dann die nur aus Zellgewebe bestehende Oberhaut und krautartige Hülle aufspringt und sich oft sogar völlig ablöst. Der eigentliche Holzkörper erst ist es, welcher die obenberührten Jahresringe zeigt. Die äussersten Holzschichten, welche zugleich die jüngsten sind,

zeigen eine noch weiche Textur und heissen Splint (*alburnum*), die inneren, mehr und mehr erhärteten dagegen führen den Namen Kernholz (*duramen*), welches besonders bei den harten und gefärbten Holzarten sehr deutlich von dem Splinte zu unterscheiden ist. In der Mitte des Holzkörpers findet sich die Markröhre, die von dem innersten und darum ältesten hohlen Holzkegel, der allein wahre Spiralgefässe enthält, gebildet ist und das Mark umschliesst. Von diesem Markcanale gehen strahlenförmig mit Zellgewebe ausgefüllte schmale Spalten nach der Peripherie des Stammes aus, welche zum Theil nur von Einem Jahresringe zum anderen, zum Theil aber bis in die Rinde sich erstrecken und Markstrahlen heissen. Die holzigen Jahresringe bestehen, anatomisch betrachtet, aus langen Bündeln beiderseits zugespitzter Faserröhren, in welchen gestreifte und punctirte Gefässe vertheilt sind. Das die Markröhre ausfüllende Mark besteht aus Zellgewebe, welches in jungen Pflanzen und Zweigen grün und feucht ist, im Alter aber vertrocknet und nicht selten ganz oder doch theilweise verschwindet.

Der bisher beschriebene anatomische Bau der dicotyledonischen Holzgewächse ist als der normale der bei weitem grössten Mehrzahl der Gewächse dieser Classe eigen. Nach neueren Untersuchungen von Kieser, Moldenhawer, Mirbel, Gaudichaud und Lindley zeigen jedoch besonders die Familien der Zapfenbäume, Cycadeen und die tropischen rankenden Lianen einige Abweichungen von dem allgemeinen Typus, deren Beschreibung aber hier zu weit führen würde.

β) *Anatomischer Bau des Stockes der Monocotyledonen.*

Im Innern der Monocotyledonar-Stämme vermissen wir die für den anatomischen Bau der Holzgewächse unserer Wälder so charakteristischen Jahresringe, auch fehlt der Markcanal und die Markstrahlen. Der Stock besteht hier

aus einer Masse von Zellgewebe, in welchem Holzfaserbündel so vertheilt sind, dass sie nach der Peripherie des Stammes hin dichter stehen und eine festere Consistenz zeigen. Die Holzfaserbündel selbst bestehen aus langgestreckten, dickwandigen Holzzellen, aus Spiralgefässen, Ringgefässen und punctirten Gefässen. Zwar ist auch eine im Allgemeinen aus denselben Elementen wie bei den Dicotyledonen bestehende Rinde vorhanden; allein sie ist weniger von der Holzmasse geschieden.

γ) Anatomischer Bau der Acotyledonen.

Bei den acotyledonischen Gefässpflanzen ist es nicht möglich, einen allgemeinen Typus für ihren anatomischen Bau aufzustellen, sondern die höchst mannigfaltige Organisation macht hier eine specielle Betrachtung der einzelnen Familien nöthig.

Der Stengel der *Lycopodiaceen* (Bärlappe) besteht aus einem ziemlich gleichförmigen Zellgewebe, welches in seinem Centrum nach der ganzen Länge des Stengels von einem Gefässbündel durchzogen ist, worin die einzelnen Gefässe in mancherlei Figuren zusammengestellt und durch Zellgewebe mit einander verbunden sind. Daher zeigen denn auch die Bärlapparten auf der Querschnittsfläche des Stengels allerlei eigenthümliche Zeichnungen.

Der Stengel der *Equisetaceen* (Schachtelhalme) besteht aus Zellgewebe, welches durch einen Kreis von Gefässbündeln (die von Ringgefässen, Spiralgefässen und porösen Gefässen gebildet sind) in Mark und Rinde geschieden wird. Durch Schwinden des Zellgewebes bildet sich in der Achse des Stengels ein grosser Luftcanal, so wie auch ausserhalb des Gefässbündelkreises in der Rinde ein ganzer Kreis von kleinen Luftcanälen entsteht. Ebenso bildet sich in jedem einzelnen Gefässbündel durch Zerreißen der Ring- und Spiral-Gefässe ein Luftcanal. Daher kommt es, dass man im Querschnitt eines Schachtelhalms

um den Centralluftcanal zwei concentrische Kreise kleinerer Luftcanäle und zwischen diesen einen zusammenhängenden Gefässring bemerkt.

Der Bau der Farne (*Filices*) bietet in anatomischer Beziehung mancherlei Eigenthümlichkeiten dar, bei deren Betrachtung man zweckmässig unsere inländischen krautartigen Farne und die baumartigen der Tropengegenden unterscheidet. Jene haben keinen über den Boden sich erhebenden Stamm, sondern nur einen unterirdischen Stengel (*rhizoma*), von dem nach Unten die Zaserwurzeln, nach Oben die Blätter ausgehen. Diese zeigen wie die Palmen oft einen cylindrischen, oben und unten gleichdicken holzigen Stamm, der meist einfach, selten nur nach Oben in Aeste getheilt ist und an seinem Gipfel einen Blätter- und Blüthen-Strauss trägt. Was nun zuerst den Bau des Stammes (Strunkes) der krautartigen Farne betrifft, so zeigen sie keine gesonderte Rinde, sondern bestehen nur aus einer Masse von Zellgewebe, in welchem Bündel von Treppengängen mit punctirten Gefässen, beide von Faseröhren umgeben, bald im Centrum vereinigt, bald ringförmig, bald ohne alle Ordnung vertheilt sind, wodurch auf der Fläche des Querschnittes sich verschiedene Figuren darstellen.

In dem Strunke der baumartigen Farne bilden die Holzgefässbündel aussen einen hohlen Cylinder von Holzmasse, der entweder leer oder mit Zellgewebe ausgefüllt ist. Auf der Fläche des Querschnittes dieses Holzcyinders bemerkt man verschiedene Figuren, die aus gewundenen, 1—2 Linien dicken schwarzen Linien bestehen, eine ringförmige Schichte im Umfange des Strunkes bilden und nichts Anderes sind, als die Querdurchschnitte von Platten, die aus Holzgewebe bestehen und durch die ganze Länge des Strunkes hindurchlaufen. Von diesen Platten sind immer zwei einander genähert und schliessen auf diese Weise einen engen, unregelmässigen Raum zwischen sich ein, der

aus Zellgewebe und Treppengängen besteht. Durch die Kreuzung und netzartige Ineinandermündung der Faserröhren, aus welchen die Platten bestehen, sind diese selbst ihrer ganzen Länge nach eigenthümlich gewunden, und bilden, indem sie seitlich mit einander verwachsen, eine nur hie und da unterbrochene Holzschichte. Von Aussen umgibt den Farnstamm als Rinde eine dicke und sehr feste Zellgewebsschichte von schwarzer Farbe.

Wachsthum.

Die Verschiedenheit des anatomischen Baues der Pflanzen bedingt auch eine Verschiedenheit in der Art des Wachsthums. Dadurch wird es nöthig, das Wachsthum bei den einzelnen Abtheilungen des Pflanzenreichs besonders zu betrachten.

dd) Wachsthum der Zellenpflanzen.

Die einfachste Art des Wachsthums findet bei den einfachsten Pflanzenformen statt. Denn die niedersten Zellenpflanzen, die nur aus einer einzigen Zelle bestehen, wachsen nur durch die Ausdehnung ihrer Zellenmembran. Complicirter ist schon das Wachsthum der mit einem Fadenstamme versehenen Zellenpflanzen, der von einer Reihe aneinandergefügter Zellen gebildet ist, wie bei Algen und Pilzen. Denn hier findet nebst der Ausdehnung der Zellenmembran auch noch ein Ansetzen neuer Zellen an die alten statt. Bei den höheren Zellenpflanzen lässt sich das Wachsthum als ein doppeltes, als ein centrifugales (besser peripherisches) und als ein Gipfelwachsthum (Gipfelvegetation) unterscheiden. Ersteres findet bei den mit einem Lagerstamme (*thallus*) versehenen Pflanzen statt, deren laub- oder krustenartige Ausbreitung sich dadurch vergrößert, dass an ihrem Umfange zu den bereits vorhandenen Zellen

sich noch neue hinzu entwickeln, wie dies bei den meisten Flechten, manchen Algen und Pilzen der Fall ist. Zu diesem peripherischen Wachsthum gesellt sich nun häufig noch die Gipfelvegetation, d. h. das Wachsthum nach der Richtung der Achse eines Stammes, wie sich dies z. B. bei den Blätterpilzen beobachten lässt, die in ihrem Hute ein peripherisches, in ihrem Strunke aber ein Gipfelwachsthum zeigen. Bei den strauchartigen Flechten und Algen sehen wir dann bei zurücktretendem peripherischem Wachsthum die Gipfelvegetation mehr und mehr überwiegen, und endlich bei den vollkommensten Formen der Zellenpflanzen, den Moosen und Lebermoosen, zu der vorherrschenden werden.

ee) *Wachsthum der cryptogamischen Gefäßpflanzen.*

Wie bei den höher entwickelten Zellenpflanzen, so findet auch bei den cryptogamischen Gefäßpflanzen nur die Gipfelvegetation statt. Diese Gewächse zeigen nemlich, wie wir uns bereits bei Betrachtung des anatomischen Baues der Acotyledonen überzeugt haben, im Inneren ihres Stammes entweder eine ringförmige Anordnung der Gefäßbündel, oder diese durchziehen, zu einer compacten Masse vereint, die Achse des Stammes. Dieses Gefäßsgewebe nebst dem dasselbe begleitenden Zellgewebe, welches in der frühesten Jugend der Pflanze noch unentwickelt und auf einen kleinen Raum zusammengedrängt ist, fängt nun bei fortschreitendem Alter an, sich auszudehnen, wodurch der Stamm einen bestimmten Grad von Dicke erhält. Ist dieser erreicht, dann findet keine weitere Entwicklung des Stammes in die Dicke mehr statt, sondern die Pflanze wächst nun nur noch in die Länge. Daher kommt es denn auch, dass die hierher gehörigen Bäume, besonders die baumartigen Farne, keinen nach Oben sich conisch verjüngenden, sondern einen cylindrischen Stamm zeigen, der sogar, was man an unseren

inländischen Farnstöcken leicht beobachten kann, an seinem untersten Theile einen geringeren Umfang als weiter nach Oben zeigt. Diese beiden Erscheinungen klären sich auf, wenn man die Art des Wachstums bei einem Farnstamme verfolgt. Hier entwickelt sich nemlich zuerst aus einem Knoten nach Unten eine Partie von Wurzelzäsern; nach Oben aber ein Kranz von Blättern, über dem sich dann stets kräftiger ein zweiter und ein dritter noch stärkerer entfaltet, bis endlich die Kraft des Baumes ihren Höhepunct erreicht hat und die folgenden Blätterkreise keine stärkere Entwicklung mehr als die vorhergehenden zeigen. Dabei sterben die unteren älteren Blätterkreise allmählig ab, ihre Basen aber bleiben zurück, verwachsen seitlich mit einander und bilden so den ganzen Farnstamm. Dieser muss daher bis zu dem Puncte, wo die Blätterkreise eine immer stärkere Entwicklung zeigen, an Umfang zunehmen, dann aber einen gleichen Umfang beibehalten, und auf diese Weise in cylindrischer Form erscheinen.

ff) Wachsthum der Monocotyledonen.

Bei dem Wachstume des Stengels der Monocotyledonen entstehen, von der Peripherie des Stammes aus, fortwährend neue Gefässbündel, welche das dazwischenliegende Zellgewebe mehr und mehr zusammendrängen, und die gesammte Gefässbündelmasse immer mehr verdichten. Da die einzelnen Gefässbündel stets von einander geschieden bleiben, und nicht in einander verfließen, so zeigen sich im Stengel der Monocotyledonen auch keine concentrische Holzschichten. Auch das Mark findet sich hier nicht in einem Centralcanal und in Markstrahlen, wie bei den Dicotyledonen, gesammelt, sondern unregelmässig zwischen die einzelnen Gefässbündel zerstreut.

Die Erscheinung, dass der monocotyledonische Stamm überall gleiche Dicke zeigt, erklärt Kunth (Lehrb. der Bot.

S. 176) daraus, dass „die neuen Gefässbündel im Stengel nie auf gleicher Höhe entspringen, nur eine gewisse Strecke, nie die ganze Länge desselben durchlaufen, nach Unten allmählig dünner werden und sich dabei, nach völliger Ausbildung, nicht weiter im Umfange ausdehnen“.

gg) *Wachsthum der Dicotyledonen.*

Das Wachsthum in die Länge erfolgt durch die Entwicklung der Endknospe (Terminalknospe); fehlt diese oder bleibt sie in ihrer Entwicklung zurück, so vermag wenigstens der verholzte Stengel (denn die krautartigen Jahrestriebe der Holzgewächse, so wie die Zweige aller krautartigen Pflanzen, zeigen nebst der Verlängerung durch die Terminalknospe auch noch eine leicht zu beobachtende Ausdehnung der ganzen Länge nach) sich nicht weiter zu verlängern, wird aber alsdann durch die Entwicklung einer Seitenknospe (Axillarknospe) ersetzt.

Das Wachsthum in die Dicke erfolgt durch ein zartes, bildungsfähiges Gewebe zwischen Rinde und Holz, das sogenannte Cambium, welches eigentlich nichts Anderes als ein sich fortbildendes Zellgewebe ist. Aus diesem mit assimilirten Nahrungsstoffen erfüllten Cambium bilden sich nun auf der inneren Seite des Stammes neue Gefässbündel (Holzgefässe), die sich als eine continuirliche neue Holzschicht um das bereits früher gebildete Holz ablagern; auf der äusseren Seite aber entwickelt sich aus dem Cambium eine neue Rindenschicht. Dieser Vorgang erneuert sich, so lange der Stamm lebt, alle Jahre, wobei jedesmal eine dünne Cambiumschicht zwischen Holz und Rinde übrig bleibt, um im künftigen Jahre das Wachsthum in die Dicke auf dieselbe Weise fortzusetzen.

Wenn nemlich im Frühjahr eine mildere Temperatur eintritt, so fangen alsbald die Wurzeln unter dem belebenden Einflusse der Wärme an, Nahrungsflüssigkeit aus dem

Boden aufzusaugen, die sich nun mit grosser Kraft und Schnelligkeit in der Pflanze aufwärts bewegt. Dieses Einsaugen und Aufsteigen des rohen Nahrungssaftes erfolgt durch die Kraft der Endosmose, die vollkommen zur Erklärung der dabei stattfindenden Erscheinungen ausreicht. Entfalten sich nun in Folge dieser Saftaufnahme Zweige und Blätter, so absorbiren diese sowohl zu ihrer Bildung als auch durch Verdunstung fortwährend einen grossen Theil des flüssigen Inhaltes der Pflanze. Dadurch wird natürlich die Saftaufnahme durch die Wurzeln vermehrt, und der aufsteigenden Bewegung der Nahrungsflüssigkeit ein neuer Impuls gegeben. Aus diesem Grunde erfolgt auch nach dem oberen Stengelende und nach der Peripherie der stärkste Andrang des Saftes, weil hier durch die Bildung einer neuen Holzschicht und die Entwicklung der Axillarknospen, dort durch die Entfaltung der Endknospe der grösste Verbrauch von Nahrungsflüssigkeit stattfindet. Die Saftbewegung ist daher nicht, wie man früher glaubte, eine auf- und absteigende, sondern fast durchgehends nur eine aufsteigende und seitliche. Nur ein einziger und zwar aufsteigender Saftstrom geht in der Pflanze von Zelle zu Zelle stets dorthin, wo die lebhafteste plastische Thätigkeit herrscht, und die bedeutendste Verdunstung stattfindet, nemlich in der Peripherie des Stammes und in der Terminalknospe. Ein nach der Wurzel zurückkehrender Strom wird, nach Schleiden, nicht nur ohne Grund angenommen, sondern ist sogar unmöglich, weil eine durch die aufsteigende Saftbewegung mit Flüssigkeit schon gefüllte Zelle keine Flüssigkeit mehr aufnehmen kann.

Zwar scheint die Thatsache, dass die neu entstehende Holzschicht sich von Oben nach Unten bildet, für das Vorhandensein eines abwärtssteigenden Saftes zu sprechen. Denn allen Gärtnern ist bekannt, dass in Folge des sogenannten Ringelns der Obstbäume (indem nemlich ein ringförmiges Rindenstück von einem Aste abgelöst wird) der

oberhalb des Ringes befindliche Asttheil mit einer dickeren Holzschicht überkleidet wird, früher und reichlicher Blüthen und Blätter treibt, und die Früchte zeitiger zur Reife bringt, als der untere Asttheil. Allein diese Erscheinung erklärt sich auch ohne Annahme eines abwärtssteigenden Saftes daraus, dass durch die Ablösung des ringförmigen Rindenstreifens und der damit zusammenhängenden Cambiumschicht der Strom des rohen Saftes von Unten nach Oben unterbrochen, also die oberen Zellen des Cambiums einen concentrirteren und somit bildungsfähigeren Saft enthalten, als die unteren, deren Inhalt durch die Vermischung mit dem aufsteigenden Nahrungssaft beständig verdünnt wird.

Diese periodische Saftaufnahme, die alljährlich im Frühjahr oder höchstens noch einmal unter günstigen Umständen im Herbst (Augustsaft) erfolgt, findet bei allen Holzgewächsen der gemässigten und kälteren Zonen statt, indem hier die einzelnen Jahreszeiten streng geschieden sind. Als eine ununterbrochene zeigt sie sich dagegen in den Holzgewächsen der Tropen, wo der jährliche Temperaturwechsel verhältnissmässig gering ist, und darum ein Stillstand in der Vegetation (nemlich in der trockenen Jahreszeit, die unserem Winter entspricht) oft kaum bemerkbar wird.

Was den Weg betrifft, den der aufsteigende Saft in der Pflanze nimmt, so war man früher der Meinung, dass hauptsächlich die Gefässe die Canäle dieser Saftbewegung seien. Allein aus den Beobachtungen Bernhardt's, Bischoff's, Schleiden's u. A. hat sich ergeben, dass die ausgebildeten Spiral- und porösen Gefässe ausschliesslich Luft führen. Nur im Frühjahre dienen nach Schleiden die Gefässe zur Aufnahme des übermässig zuströmenden und nicht gleich zu verarbeitenden Stoffes. Die Zellen müssen es demnach sein, welche bei weitem in den meisten Fällen die Leitung des Saftes vermitteln, indem durch die endosmotische Kraft ihrer Membrane eine Zelle an die andere die Nah-

rungsflüssigkeit abgibt. (Schleiden, Botanik II. 507 u. 508, 2te Aufl. 1846.)

b) Seitenorgane.

Das Blatt.

Wir haben früher mit Zugrundelegung der Entwicklungsweise alle Seitenorgane unter dem allgemeinen Begriffe des Blattes vereinigt, und sie als von der Spitze nach der Basis sich entwickelnde und darum begrenzte Organe von dem Stengel und allen seinen Formen streng geschieden. Zur Erleichterung der Uebersicht wird es nun aber zweckmässig sein, im Folgenden jene Blattoorgane, die in näherer Beziehung zur Blüthe stehen, von den übrigen zu unterscheiden. Jene werden wir Blüthenblätter, diese Vegetationsblätter nennen.

aa) Das Vegetationsblatt.

α) Formen.

Im Bereiche des Vegetationsblattes haben wir folgende drei Hauptmodificationen zu unterscheiden: 1) das Keimblatt (*cotyledon*), 2) das Stengelblatt (*folium caulinum*) und 3) die Knospendecke (*tegumentum*).

Die ersten Blätter, welche sich am keimenden Embryo entwickeln, sind die Keimblätter oder Cotyledonen. Sie zeigen eine fleischige Consistenz, sind ihrer Form nach meist entweder cylindrisch oder flach und nur wenig getheilt. Die Stengelblätter, welche sich zunächst nach den Cotyledonen entwickeln, zeigen in ihren Formen eine sehr grosse Mannigfaltigkeit; in der Nähe der Keimblätter sind sie jedoch meist einfacher, werden dann nach Oben zu complicirter und vereinfachen sich darauf oft wieder in der Nähe der Blüthenblätter. Tragen sie im Blattwinkel

(nemlich dem Winkel, den sie mit der Achse bilden) eine Blüthe oder einen einfachen Blüthenstand ohne im Uebrigen von den Stengelblättern verschieden zu sein, so heissen sie blüthenständige Blätter (*folia floralia*); sind sie dagegen von den Stengelblättern merklich, z. B. in Gestalt, Farbe, Consistenz, verschieden, so nennt man sie Deckblätter (*bracteae*). Unter Knospendecken versteht man die äusseren, eine Knospe umhüllenden Blätter, die stets einfach, meist von häutiger Consistenz und sehr hingänglich sind. Unter Knospen (*gemmae*) aber versteht man die entwicklungsfähigen Anlagen von Haupt- oder Nebenachsen (Stengeln oder Aesten). Sie heissen Terminalknospen (*gemmae terminales*), wenn sie das entwicklungsfähige Ende einer schon gebildeten Achse darstellen; Axillarknospen (*g. axillares*), wenn sie die Anlagen zu den regelmässig in einem Blattwinkel neu entstehenden Nebenachsen bilden. Je nachdem die Knospen bei Entwicklung ihrer Achsen an diesen nur Blätter oder nur Blüthen oder beide entfalten, unterscheidet man Blattknospen (*g. foliiparae*), Blüthenknospen (*g. floriparae*) und gemischte Knospen (*g. mixtae*). Knospen, welche im natürlichen Verlaufe der Vegetation sich von der Mutterpflanze trennen und nun als selbstständige Pflanzen fortbestehen, werden im Gegensatze zu den mit der Mutterpflanze stets verbunden bleibenden Brutknospen (Zwiebelknospen) genannt. Endlich unterscheidet man noch die Knospen mit ruhender Vegetation (*g. vegetatione interrupta*), die nach ihrer Ausbildung als Knospen einige Zeit lang in diesem Zustande verharren, ehe sie ihre Stengel und Blätter entwickeln, von den Knospen mit ununterbrochener Vegetation (*g. vegetatione continua*). Diese kommen an Pflanzen mit einjährigem Stengel und an den meisten tropischen Monocotyledonen, hier jedoch nur als Terminalknospen vor. Jene finden sich an den Bäumen und Sträuchern der gemässigten und kalten Zone, und wurden

von Linné *hibernacula*, überwinternde Knospen, genannt. Sie sind es auch, bei denen sich die oben angeführte Blattmodification der Knospendecken oder Knospenschuppen findet, womit sie zum Schutz gegen die Strenge der Kälte umkleidet sind. Hierher gehört auch noch die Zwiebel (*bulbus*), die nichts Anderes ist, als die von einem meist unentwickelten (verkürzten) unterirdischen monocotyledonischen Stamme getragene gipfelständige Knospe.

Die in der Knospe schon bis zu einem gewissen Grade ausgebildeten Blattoorgane zeigen eine bestimmte Gesetzmässigkeit in der Art der Zusammenfaltung und gegenseitigen Lage, was man als Knospenblattlage (*vernatio, praefoliatio*) bezeichnet und worin sich bei ganzen Pflanzengattungen und Familien die grösste Uebereinstimmung offenbart.

β) Anatomischer Bau und Verrichtung.

Das Blatt besteht wesentlich aus drei Theilen, aus der Oberhaut, der Mittelschicht und aus den Gefässen. Die das Blatt überall umkleidende Oberhaut ist durchsichtig und farblos und von plattgedrückten, dickwandigen Zellen gebildet, zwischen denen oft eine grosse Menge feiner Oeffnungen (Spaltöffnungen, *stomata*) sich befinden, welche meist von zwei halbmondförmigen, an ihren Enden verbundenen Zellen begrenzt werden, und dadurch gewöhnlich eine ovale oder rundliche Gestalt erhalten. So zeigt nach Sprengel z. B. die obere Blattfläche der weissen Lilie auf den Quadratzoll 288, auf der unteren Fläche 1440 solcher Spaltöffnungen. Aus dieser Angabe geht hervor, dass die Spaltöffnungen sich (was der gewöhnliche Fall ist) zahlreicher auf der unteren als auf der oberen Blattfläche vorfinden. Völlig unter Wasser getauchten Blättern fehlen sie ganz, auf dem Wasser schwimmende zeigen sie nur auf der oberen Fläche. Zwischen den beiden Oberhautplatten liegt die Mittelschicht (Mittelblatt, *mesophyllum* Decand.). Sie

ist von mehreren Schichten rundlicher, oft ineinandermündender Zellen gebildet, die häufig luftgefüllte Räume zwischen sich haben, und besitzt bald eine dünne, häutige, bald eine dicke, fleischige Consistenz. Die Gefässe endlich, welche in das Blatt dringen, und hier als sogenannte Blattnerven sich mehr oder weniger verzweigen, sind, wie die Gefässbündel des Stengels, von denen sie durch Absonderung ihren Ursprung nehmen, aus Spiralgefässen, punctirten Gefässen und Faserröhren, so wie aus Zellgewebe gebildet.

Ein wesentlicher Unterschied zwischen Blattstiel und Blattscheibe ist in der Natur nicht begründet, sondern das Blatt bildet naturgemäss nur Ein Ganzes, an welchem der obere älteste und der untere der Achse am nächsten liegende jüngste Theil zu unterscheiden ist. Bleiben die Gefässbündel unmittelbar nach ihrem Austritte aus der Achse noch auf eine Strecke zu einem einzigen Bündel vereint, so heisst das Blatt gestielt; treten sie dagegen gleich von der Achse an auseinander, um sich zu einer Fläche auszubreiten, so heisst es ungestielt oder sitzend.

Die Verrichtungen der Blätter begreifen sowohl jene Vorgänge in sich, gemäss welcher ihre eigene Entwicklung zu Stande kommt, als auch jene, durch welche sie auf das Wachsthum der ganzen Pflanze einen sehr wichtigen Einfluss üben. Denn wie bereits früher bei Angabe der die aufsteigende Saftbewegung fördernden Kräfte bemerkt wurde, so beschleunigen die Blätter durch Verdunstung des überschüssigen Wassers die Wirkung der endosmotischen Kraft und die Bewegung des Saftes. Nach angestellten Versuchen beträgt die Menge des vorzüglich durch die Blätter transpirirten Wassers $\frac{2}{3}$ bis $\frac{1}{3}$ des durch die Wurzel aufgenommenen.

So wie auf diese Weise die Blätter Verdunstungsorgane sind, so erscheinen sie auch als Absorptions-

organe. Denn nach Bonnet's und Burnett's Versuchen saugen die Blätter in der Luft dunstförmiges Wasser, im Wasser aber trofbarflüssiges Wasser auf, welches sie zersetzen, und zum Assimilationsprocess der Pflanze gebrauchen. Nach den Beobachtungen Theod. Saussur's nehmen die Blätter und alle grünen Pflanzentheile im Sonnenlichte kohlenaures Gas aus der Atmosphäre auf, welches sie in der Art zersetzen, dass sie den Kohlenstoff behalten, den Sauerstoff aber grösstentheils wieder aushauchen. Bei trüber Witterung dagegen, so wie des Nachts, absorbiren dieselben Pflanzentheile einen Theil des Sauerstoffes der Atmosphäre, und dünsten dafür kohlenaures Gas aus.

γ) Stellung an der Achse.

Bei näherer Untersuchung der Abstände, in welchen die in einer Spirale um die Achse gestellten Blattbasen von einander entfernt sind, erkannte man in den Winkeln (Divergenz-Winkel), die jene Abstände messen, eine gewisse Gesetzmässigkeit. Zwei teutsche Botaniker: Schimper und Braun, fanden nach zahlreichen Beobachtungen und Messungen das Resultat, dass der Blattstellung der meisten Pflanzen Spiralen zu Grunde lägen, und dass die Divergenz-Winkel rationale Theile des Stengelumfangs nach der Bruchreihe $\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{2}{5}, \frac{3}{8}, \frac{5}{13} \dots$ seien, worin sich das Gesetz ausspricht, dass jedes neue Glied dadurch entsteht, dass man Zähler und Nenner der beiden unmittelbar vorhergehenden Glieder zusammenzählt. Die einfachste spiralige Anordnung der Blätter am Stengel findet nemlich da statt, wo zwei Blätter in verschiedener Höhe nach entgegengesetzten Seiten an der Achse stehen, und das dritte wieder senkrecht über dem ersten, das vierte über dem zweiten u. s. w. zu stehen kommt. Diese Anordnung nennt man die zweizeilige Blattstellung, und bezeichnet sie mit $\frac{1}{2}$, d. h. bei der zweizeiligen Blattstellung beträgt der Divergenz-Winkel

die halbe Peripherie. Sind drei Blätter nach verschiedenen Seiten gewendet, wobei das vierte aber wieder über dem ersten, das fünfte über dem zweiten steht u. s. f. (wie z. B. bei den Doldenpflanzen, den dreikantigen Binsen und Riedgräsern), so beträgt die Divergenz zweier in der Spirale einander unmittelbar folgender Blätter $\frac{1}{3}$ des Umkreises, und $\frac{1}{3}$ ist der Ausdruck für diese Stellung.

Während in den bisher angeführten Fällen die Spirale nur einmal die Achse umgeht, bis ein höhergestelltes Blatt gerade über einem tiefergestellten zu stehen kommt, so finden da, wo fünf Blätter die Achse umstehen und erst das sechste seine lothrechte Lage über dem ersten hat, zwei Umläufe der Blätter um die Achse statt. Hier entstehen zwar auch fünf Blattzeilen mit einer Divergenz von $\frac{1}{5}$ des Umkreises; allein es divergiren zwei in der Spirale unmittelbar aufeinanderfolgende Blätter um zwei Zeilenabstände, was man durch $\frac{2}{5}$ ausdrückt, bei welchem Bruche der Zähler nicht nur die Divergenz zweier in der Spirale unmittelbar aufeinanderfolgender Blätter, sondern auch die Summe der Umläufe; und der Nenner sowohl die Blätterzahl der Spirale, als auch die Zahl der Blattzeilen anzeigt, die um $\frac{1}{5}$ des Umkreises von einander divergiren. Diese sogenannten fünfgliedrigen Cyclen finden sich bei sehr vielen Pflanzen, z. B. bei der Kartoffel, der Johannisbeere, bei den Rosen, Pflaumen-, Kirschen-, Birn-, Apfelbäumen und vielen anderen.

Nebstdem kommen in der Natur noch achtgliedrige, dreizehngliedrige, einundzwanziggliedrige Cyclen vor. Bei den achtgliedrigen sind drei Umläufe nöthig, bis das neunte Blatt wieder senkrecht über dem ersten steht, und die Bezeichnung ist $\frac{3}{8}$; bei dem dreizehngliedrigen Cyclen sind fünf Umläufe nöthig, bis das vierzehnte Blatt wieder vertical über das erste zu stehen kommt, was durch $\frac{5}{13}$ bezeichnet wird; bei dem einund-

zwanziggliederigen Cyclus endlich sind acht Umläufe nöthig und der Ausdruck dafür ist $\frac{8}{21}$. Während nun auf die angegebene Weise Schimper und Braun Divergenz-Winkel annahmen, deren Zahlenwerthe im Umfange des Stengels genau enthalten sind, wodurch einzelne Blätter stets wieder in derselben Verticale genau über einander stehen können, nahmen zwei Franzosen, die Brüder Bravais, nur einen einzigen constanten Divergenz-Winkel im Mittel von $137^{\circ} 30' 28''$ an. Da nun diese Zahl im Stengelumfang nicht genau enthalten ist, so folgt, dass nie zwei Blätter hiernach in genau senkrechter Richtung über einander stehen können. Die Spirale ist hier ihrer Natur nach unendlich und findet nur mit dem Ende der Achse ihren Abschluss. Doch konnten die Schöpfer dieser Theorie nicht leugnen, dass es auch Fälle gebe, wo ein Blatt genau senkrecht über einem der früheren steht. Diese Blätter nannten sie geradreihige (*feuilles rectisériées*), während sie die anderen mit dem Namen krummreihige (*f. curvisériées*) belegten. Dabei gaben sie aber die Andeutung, dass vielleicht diese beiden Systeme in einem höheren, zur Zeit aber noch nicht erforschten Gesetze ihre Ausgleichung finden möchten.

bb) Das Blüthenblatt.

a) Begriff der Metamorphose.

Wenn früher die Zurückführung der einzelnen Seitenorgane auf das Grundorgan des Blattes mit dem Namen „Metamorphose (Umwandlung)“ bezeichnet wurde, so hat man sich beim Gebrauche dieses Wortes wohl zu hüten, darunter eine materielle Umwandlung der einzelnen Seitenorgane in einander zu verstehen, als wenn z. B. das Kelchblatt ein umgewandeltes ursprüngliches Vegetationsblatt, das Blumenblatt ein umgewandeltes Kelchblatt, die Staubgefäße

umgewandelte Blumenblätter u. s. w. wären. Eine solche materielle Umwandlung kennt die Natur nicht, denn das Staubgefäß entwickelt sich nicht aus einem Blumenblatte, das Blumenblatt erscheint nicht, bevor es Blumenblatt wird, als Kelchblatt u. s. f., sondern es will mit dem Ausdrucke „Metamorphose“ nichts Anderes gesagt werden, als dass sämtliche Seitenorgane nur in dem allgemeinen Bildungsgesetze des Blattes mit einander übereinstimmen, während jedes einzelne für sich seine besondere Entwicklung hat. Es können demnach die Seitenorgane unter den mannigfaltigsten, unter einander verschiedensten Formen auftreten, die alle durch den besonderen Typus, nach welchem das eine oder andere der Seitenorgane sich entwickelt, bedingt sind. Kelch, Krone, Staubfäden, Pistill werden demnach, jedes nach dem ihm eigenthümlichen Bildungsgesetze sich entwickeln, in dem allgemeinen Bildungsgesetze des Blattes aber dennoch mit einander übereinkommen.

β) *Begriff der Blüthe und des Blüthenstandes.*

Unter Blüthe versteht man, nach Schleiden, entweder eine von einer Blüthendecke umgebene Vereinigung von Fortpflanzungsorganen, oder auch jedes einzelne Fortpflanzungsorgan, welches nicht durch eine Blüthendecke mit anderen vereinigt ist. Blüthenstand (*inflorescentia*) dagegen nennt man die Anordnung der Blüthen auf der Achse. Er entsteht dadurch, dass an einer einfachen oder verästelten Achse alle Knospen sich zu Blüthen entwickeln, also Blüthenknospen sind.

Mit der durch die Blüthe erfolgten Befruchtung hat die Pflanze physiologisch ihren Abschluss erhalten, denn die Frucht ist nur ein unmittelbares Product der Thätigkeit der Fortpflanzungsorgane (der Befruchtung) und darum mit und in diesen schon gegeben. Morphologisch vermag jedoch die Pflanze, wie einzelne wiewohl seltene Fälle beweisen, sich noch weiter zu entwickeln. Dies ist der Fall bei der so-

genannten sprossenden Blüthe (*flos prolifer*), wo in der Blüthe die Achse sich verlängert und dann wieder Blätter und Blüthen trägt, wie z. B. bei der Rose, wo man diese proliferirende Blüthe „Rosenkönig“ nennt.

γ) *Verschiedene Blütenstände.*

Wie die Knospen nach ihrer verschiedenen Stellung entweder Endknospen oder Seitenknospen (Terminal- oder Axillar-Knospen) sind, so erscheinen auch die daraus sich entwickelnden Blüthen entweder als endständige (Endblüthen, *flores terminales*) oder als seitliche (Seitenblüthen, *fl. axillares*), die gewöhnlich aus den Blattwinkeln entspringen. Die Endblüthe heisst gestielt, wenn die Achse, worauf die Blüthe sitzt, in der Nähe dieser abgegliedert oder mit sogenannten Deckblättern (*bracteeae*) bekleidet ist, welche nichts Anderes, als durch Gestalt, Consistenz oder Farbe von den Vegetationsblättern merklich verschiedene und stets in der Nähe der Blüthen stehende Blattoorgane sind. Trägt ein Seitenast nur eine Blüthe, so heisst sein unmittelbar unter der Blüthe befindlicher Theil Blütenstiel (*pedicellus*), die Achse aber, an welcher die Blütenstiele sitzen, heisst gemeinschaftlicher Blütenstiel oder Blütenstengel (*pedunculus communis* oder im Gegensatze zu *pedicellus* bloss *pedunculus*).

Man unterscheidet den einfachen und den ästigen Blütenstand. Bei ersterem findet sich nur eine einfache, ungetheilte Achse, bei letzterem dagegen eine Verzweigung der Hauptachse in Seitenachsen, wozu jedoch die Blütenstiele nicht zu rechnen sind. Einen fernerer Unterschied macht man zwischen dem unbegrenzten, begrenzten und gemischten Blütenstande. Bei dem ersten setzt nur die Witterung oder die Erschöpfung der Pflanze der Verlängerungsfähigkeit der Haupt- oder Seitenachsen ein Ziel, bei dem zweiten ist deren weitere Verlängerung durch eine Endblüthe unmöglich gemacht, und bei dem gemischten

Blüthenstände (findet sich) die unbegrenzte Blüthenstellung mit der begrenzten in Einem Blüthenstande vereint.

1) Unbegrenzte Blüthenstände. Die hierher gehörigen Hauptformen lassen sich sämmtlich sehr leicht und anschaulich aus dem Blüthenköpfchen (*capitulum*) ableiten. Es ist dies ein end- oder gipfelständiger Blüthenstand mit verkürzter Achse, welche ungestielte oder nur ganz kurzgestielte, dicht neben- und übereinandergedrängte Blüthen trägt. Dehnt sich nun der gemeinschaftliche Blüthenstiel allein in die Länge, wodurch auch der Blüthenknäuel auseinandertritt, so entsteht die Aehre (*spica*), d. h. jener Blüthenstand, bei welchem an einem gemeinschaftlichen Blüthenstiel oder Blüthenstengel (hier Spindel, *rachis*, genannt) ungestielte oder nur kurzgestielte Blüthen der Länge nach übereinander sitzen. Verlängern sich nur die Blüthenstiele und zwar alle bis zu gleicher Höhe, so stellt dies die Dolden (*umbella*) dar; entwickeln sich endlich gleichmässig sowohl Blüthenstengel als Blüthenstiele, so entsteht die Traube (*racemus*). Die übrigen unbegrenzten Blüthenstände sind sämmtlich Modificationen der bisher aufgeführten Hauptformen. Von dem Blüthenköpfchen ist nicht wesentlich verschieden das Blüthenkörbchen (*calathium*), welches sich von jenem nur dadurch unterscheidet, dass hier die Blüthen unter sich verwachsene Staubbeutel haben. Es gehört hierher die ganze Familie der Korbblüthigen (*Synanthereae*) und jede Distel bietet ein Beispiel dieses Blüthenstandes dar. Auch der Blüthenkuchen (*coenanthium* Nees) ist ein dem Köpfchen ähnlicher Blüthenstand ohne Hülle mit verbreiteter fleischiger Achse, die auf ihrer oberen oder (wenn sie eine becher- oder flaschenförmige Gestalt hat) auf ihrer wenigstens scheinbar inneren Fläche eingesenkte oder gestielte Blüthen trägt. Beispiele sind: *Dorstenia* mit scheibenförmigem, *Mithridatea* mit becherförmigem und *Ficus* mit flaschen-, birn- oder kugelförmigem Blüthenkuchen.

Besondere Modificationen der Aehre, die man mit eigenen Namen belegt hat, sind: 1) der Kolben (*spadix*), eine Aehre mit dicker, fleischiger oder markiger Spindel, auf welcher die meist dichtstehenden Blüthen ungestielt aufsitzen oder gleichsam in dieselbe eingesenkt sind. Er findet sich nur bei den Monocotyledonen (bei Aroideen — *Calla* — Palmen u. s. w.). 2) Das Kätzchen (*amentum*). Es ist dies eine Aehre mit deutlich entwickelten Deckblättern und stets eingeschlechtigen Blüthen, deren Spindel später (nach dem Abblühen oder der Fruchtreife) (zugleich mit den Blüthen oder Früchten abfällt. Das Kätzchen findet sich vorzüglich in der Familie der Cupuliferen (Buchen, Haseln, Eichen), Betulineen (Birken, Erlen) und Salicineen (Weiden). 3) Der Zapfen (*strobilus*), nemlich ein Kätzchen, dessen Deckblätter oder vielmehr Deckschuppen sich mit der Fruchtreife vergrössern, eine lederartige oder holzige Consistenz annehmen, und den Saamen bis zur Fruchtreife in ihren Winkeln bergen. Er kommt bei den Zapfenbäumen (Coniferen), z. B. der Tanne, der Cypresse, vor.

Die Dold e (*umbella*), welche wir durch Verlängerung der Blüthenstiele bis zu gleicher Höhe aus dem Blüthenköpfchen entstehen sahen, zerfällt in die einfache und in die zusammengesetzte (*umbella simplex et composita*). Bei jener sind die einzelnen Blüthenstiele ungetheilt und jeder trägt unmittelbar eine Blüthe (z. B. *Butomus umbellatus*), bei dieser dagegen trägt jeder Blüthenstiel wieder eine kleinere Dolde.

Die R i s p e (*panicula*) ist eine mehr oder minder ästige Modification der T r a u b e (*racemus*), deren an der Hauptachse meist zerstreut stehende Nebenachsen nach Oben hin sich allmählig verkürzen und auf diese Weise eine Pyramidenform darstellen. Verkürzt sich die Hauptachse der Traube und verlängern sich zu gleicher Zeit deren untere Blüthenstiele oder Seitenachsen, bis sie mit den oberen gleiche Höhe erreichen, so dass alsdann sämtliche Blüthen

ungefähr in Einer Ebene liegen, so entsteht die Doldentraube (*corymbus*), z. B. bei der Schafgarbe (*Achillea*).

Die verschiedenen bisher aufgeführten unbegrenzten Blütenstände erscheinen nun bald einzeln, bald zu mehreren in mannigfaltigen Anordnungen vereint, woraus dann die zusammengesetzten Blütenstände (*inflorescentiae compositae*) entstehen. So kann z. B. die Aehre eine traubige (wie bei *Verbena paniculata*), die Traube eine rispige Anordnung (bei vielen Cruciferen, z. B. *Barbarea vulgaris*) zeigen u. s. w.

2) Begrenzte Blütenstände, d. i. solche, bei welchen die Hauptachse in einer Blüthe endiget, wodurch deren weitere Entwicklung abgeschlossen ist. Entspringen nun aus den Winkeln der am Grunde dieser Blüthe befindlichen zwei oder mehreren Deckblätter ebensoviele Nebenachsen oder Blütenstiele, welche gleichfalls mit einer Blüthe endigen, aus deren Deckblättern neuerdings Zweige mit Endblüthen hervorgehen u. s. f., so bezeichnet man einen solchen Blütenstand mit dem Namen Trugdolde oder Scheindolde (*cyma*). Hierbei findet das Eigenthümliche statt, dass die Endblüthen, welche den Ausgangspunct der auf die beschriebene Weise stattfindenden gabelästigen Verzweigung bilden, jedesmal zuerst aufblühen, worauf dann die Blütenöffnung zu den nächsten Gabelästen, also vom Centrum nach der Peripherie hin, fortschreitet. Beispiele für die Cyme bieten der Mauerpfeffer (*Sedum*) und die Enziane (*Gentianae*). Ist die Trugdolde zwei- oder dreigabelig mit sehr verkürzten Achsengliedern, so heisst sie ein Büschel (*fasciculus* Roep.), wie z. B. bei der Carthäuser-Nelke (*Dianthus Carthusianorum*). Ist sie zusammengesetzt, mit sehr verkürzten Achsengliedern und kleinen, unansehnlichen Blüthen versehen, so heisst sie ein Knäuel (*glomerulus*), wie er sich z. B. bei dem Wandkraute (*Parietaria erecta*) findet.

3) Gemischte Blütenstände sind solche, welche

aus den beiden vorgenannten zusammengesetzt sind. Es gehört hierher der Strauss (*thyrsus*) mit unbegrenzter Hauptachse und begrenzten Seitenachsen, welche letztere Cymen oder Büschel darstellen, z. B. beim spanischen Hollunder (*Syringa vulgaris*). Auch der Blüthenzopf (*anthurus* Link) gehört noch hierher, der aus einer kurzästigen, kleine Blüthenknäule in grosser Anzahl tragenden Rispe besteht, z. B. bei den Amaranthusarten.

δ) Entwicklungsfolge der Blüthe.

In der Entwicklung der einzelnen Blüthen einer Pflanze lässt sich (wie schon vorübergehend bei der Cyme bemerkt wurde) eine gewisse gesetzmässige Zeitfolge erkennen. Man unterscheidet in dieser Beziehung drei verschiedene Blüthenentwicklungsfolgen, nemlich:

1) Die centripetale Folge (*inflorescentia centripeta*), wenn die Blüthen in dem Blüthenstande von Unten nach Oben, oder, was bei sehr verkürzter Achse dasselbe ist, von Aussen nach Innen sich entfalten. Hierher gehören alle unbegrenzten Blüthenstände.

2) Die centrifugale Folge (*inflorescentia centrifuga*), wenn die Blüthen von Oben nach Unten, oder, was dasselbe ist, von Innen nach Aussen aufblühen. Hierher gehören die begrenzten Blüthenstände.

3) Die unbestimmte Folge (*inflorescentia vaga* Schleid.), wenn die Blüthenentwicklung nach keiner so einfachen Ordnung, sondern, wie z. B. in dem Köpfchen der Weberkardendistel (*Dipsacus fullonum*), von der Mitte aus nach Oben und nach Unten zugleich erfolgt.

Sind die Blüthenstände gemischt, so folgt die Hauptachse dem einen, die Nebenachsen dagegen folgen dem anderen Gesetze. Dies ist z. B. in dem Blüthenstande vieler Disteln der Fall, wo jedes einzelne Blüthenköpfchen eine centripetale Blüthenentwicklung besitzt, die einzelnen Sei-

tenäste aber im Verhältnisse zu einander und zur Achse eine centrifugale Inflorescenz zeigen.

ε) *Männliche und weibliche Reproductionsorgane.*

Wie bei den Thieren, so theilen sich auch bei den Pflanzen die Reproductionsorgane in männliche (Antheren) und weibliche (Pistille). In jenen stellt sich das active, in diesen das passive Element der Zeugung dar, und erst durch den wechselseitigen Einfluss dieser Organe wird die für die organischen Wesen wichtigste Lebensfunction vollzogen und einem auf Entwicklung harrenden Keime (Embryo) das Leben gegeben. Bei dieser Analogie der geschlechtlichen Verhältnisse in dem Thier- und Pflanzen-Reiche finden aber dennoch einige, freilich nicht wesentliche Differenzen statt. So finden sich bei der Pflanze die männlichen und weiblichen Reproductionsorgane vorherrschend in einem Individuum vereint, was man Zwitterbildung (Hermaphroditismus) nennt, während bei den Thieren die verschiedenen Geschlechter meist auf verschiedene Individuen vertheilt sind. Ferner sind bei den Thieren die Organe der Reproduction schon bei der Geburt vorhanden und mehr oder weniger deutlich zu erkennen; bei den Pflanzen dagegen erscheinen diese Organe erst zur Zeit der Befruchtung. Dies wohl aus keinem anderen Grunde, als um diese frei an das Licht hervortretenden, zartgebauten Theile vor verderbenbringenden äusseren Einflüssen zu bewahren, während sie bei den Thieren durch die Masse des Leibes selbst verborgen und geschützt sind. Endlich verdient auch noch der Unterschied genannt zu werden, dass bei den Thieren die Reproductionsorgane meist öfter ihre Function ausüben können, während im Pflanzenreiche auf die Befruchtung stets der Tod der Blüthe folgt.

§) *Bestandtheile der vollständigen phanerogamischen Blüthe.*

Eine vollständige, d. i. sowohl aus männlichen und weiblichen, als auch aus einer doppelten Hülle bestehende Blüthe stellt vier verschieden geformte und über einander stehende Blattwirtel oder verkürzte Spirale dar, die in eine Blüthenknospe zusammengefaltet sind und hier schon mehr oder weniger als jene Organe kenntlich hervortreten, welche sie später darzustellen die Bestimmung haben.

Die beiden unteren Blattwirtel, entweder aus verwachsenen oder getrennten Blättern bestehend, bilden die Blüthendecke oder das Perigon (*perigonium*). Sind beide deutlich von einander getrennt und auch sonst merklich von einander verschieden, so heisst der untere Kelch (*calyx*), der obere, vom Kelche umgebene, meist zarter gebaute und anders gefärbte Blumenkrone (*corolla*). Wird die Blüthendecke nur von einem einzigen Blattwirtel gebildet, so nennt man sie der Analogie gemäss richtiger Kelch als Krone, wenn sie gleich zart gebaut und bunt gefärbt erscheint, wie z. B. bei der Tulpe, der Lilie und überhaupt bei den meisten monocotyledonischen Pflanzen.

Je nachdem der Kelch von mehreren unter einander verwachsenen Blättern, oder von einer gewissen Anzahl getrennter Blätter gebildet ist, die man, ohne ihre Substanz zu zerreißen, von einander trennen kann, nennt man den Kelch einblättrig (*monosepalus*) oder vielblättrig (*polysepalus*), weil er aus mehreren Kelchblättern (*sepala*) besteht. Nebstdem dass der Kelch oft gezahnt, gespalten, zwei- oder mehrtheilig ist, zeigt er noch verschiedene eigenthümliche Formen, als z. B. eine röhrlige, kreiselförmige, bauchige, prismatische Gestalt u. s. w. Ist der Kelch nicht grün, sondern anders gefärbt, wie bei den Tulpen, Orchideen u. a., so heisst er blumenblattartig (*petaloideus*, *corollaeformis*).

Der zweite Blattwirtel von Unten in einer vollständigen Blüthe bildet die Blumenkrone (*corolla*). Die Blätter (*anthophylla*), woraus sie besteht, sind von zarterer Bildung, oft schön und lebhaft gefärbt, und umschliessen unmittelbar die Reproductionsorgane. Wie der Kelch, so ist auch die Krone entweder einblättrig (*corolla monopetala*) oder vielblättrig (*c. polypetala*). Sowohl die ein- als vielblättrige Krone ist entweder regelmässig, wenn ihre Theile symmetrisch um die gemeinsame Blüthenachse stehen, wie z. B. bei der gemeinen Schlüsselblume (*Primula veris*), oder unregelmässig, wenn eine solche symmetrische Stellung nicht wahrzunehmen ist, wie z. B. bei der Bohne, dem Löwenmaul (*Antirrhinum majus*). In ihren Formen ist die Krone noch weit mannigfaltiger als der Kelch.

Nun folgen in der Blüthe als dritter Blattwirtel die Staubgefässe oder Befruchtungsorgane (*stamina*). Jedes einzelne Staubgefäss besteht wesentlich aus zwei Theilen, dem Staubbeutel oder der Anthere (*anthera*) und aus der in diesem Staubbeutel enthaltenen blasig-körnigen Substanz, dem Blüthenstaube (*pollen*). Zu diesen beiden wesentlichen Theilen kommt häufig noch als dritter ausserwesentlicher der Staubfaden (*filamentum*), ein meist fadenartiges, zuweilen aber auch verbreitetes Organ, welches die Anthere trägt. Fehlt der Staubfaden, und ist also die Anthere ohne Träger unmittelbar mit dem sie tragenden Körper verbunden, so heisst das Staubgefäss sitzend (*stamen sessile*).

Dass die Staubgefässe als ein Wirtel höher metamorphosirter Blätter zu betrachten seien, geht, abgesehen von ihrer allgemeinen Entwicklungsweise, auch aus ihrer häufigen Erweiterung zu Blumenblättern hervor. Dies beweisen alle gefüllten Blumen, insbesondere die Centifolienrosen, in denen man alle Uebergangsformen vom Staubgefässe bis zum vollkommenen Blumenblatte beobachten kann. Will man sich mit der allgemeinen, in der Entwicklungsart

begründeten Uebereinstimmung zwischen Blumenblatt und Staubgefäss nicht begnügen, sondern dieses auch seiner besonderen Form nach von jenem ableiten, so sagt man gewöhnlich: Der Staubbeutel stellt die Blattscheibe dar, deren beide Hälften, zwei Fächer bildend, sich gegen den Blattstiel (hier Staubfaden) zusammenneigen, wobei die Zellensubstanz (das Parenchym) des Blattes sich in den Blüthenstaub verwandelt.

Die Zahl der Staubgefässe in einer Blüthe, worauf Linné einen grossen Theil der Classen seines Geschlechtsystems gegründet hat, ist bei den verschiedenen Pflanzen sehr verschieden; auch die Längenverhältnisse dieser Organe, so wie ihre Stellung und Richtung in der Blüthe bietet grosse Mannigfaltigkeit dar, indem sie bald aufrecht, bald einwärts-, bald auswärtsgebogen, bald hängend, bald aufsteigend, bald niedergebogen erscheinen. Nicht selten sind die Staubgefässe an ihren Fäden (wie bei den Schmetterlingsblumen oder Leguminosen) oder an ihren Staubbeuteln (wie bei den Korbblüthigen, Synanthereen) mit einander verwachsen, manchmal sind sie sogar mit dem Stempel oder weiblichen Reproductionsorgane auf's Innigste verbunden. An der Anthere ist noch die Anzahl der von ihr umschlossenen Fächer und die Art ihres Aufspringens oder Oeffnens (*dehiscencia*) einer allgemeinen Betrachtung werth. Die Antheren der meisten Pflanzen sind zweifächerig (*antherae biloculares*); bei den Malven und Zapfenbäumen dagegen einfächerig (*uniloculares*), seltener vierfächerig (*quadriloculares*), wie bei dem doldenblüthigen Wasserliesch (*Butomus umbellatus*). Was die Art des Aufspringens der Anthere anbetrifft, so geschieht dies meist an der Längsfurche, die sich auf der äusseren Fläche jedes Faches befindet, und die Anthere heisst in diesem Falle der Länge nach aufspringend (*rima longitudinali dehiscens*). Die Eröffnung der Anthere kann aber auch an der Spitze vor sich gehen und hier

entweder durch eine Spalte (*anthera apice rima dehiscens*), wie beim Bisamkraut (*Adoxa moschatellina*), beim Ohnblatt (*Monotropa*) u. a., oder durch ein oder mehrere Löcher (*anthera apice poris dehiscens*), wie beim Wintergrün (*Pyrola*), dem Nachtschatten (*Solanum*) u. a. Auch kommen Fälle vor, wo jedes Fach sich oben durch einen aufspringenden Deckel öffnet (*anthera operculata*), wie bei der Gattung *Pyxidanthera* Rich. aus der Familie der Ericineen (Heiden), oder wo, wie bei der Berberitze (*Berberis*), dem Lorber (*Laurus*) u. a., sich an den Seiten der Anthere kleine, nach Oben aufspringende Klappen befinden (*anthera valvulis dehiscens*).

In den Antherenfächern befindet sich der Blüthenstaub oder das Pollen, eine aus staubähnlichen Körnchen (von ellipsoidischer, kugelig, linsenförmiger, cubischer, keilförmiger, polyedrischer oder anderer Form) bestehende Masse. Das einzelne vollkommen entwickelte Pollenkorn besteht aus einer sehr zarten, ungefärbten Membran, der Pollenzelle, in welcher der eigentliche Befruchtungsstoff (*fovilla*) als eine schleimig-körnige Masse eingeschlossen ist. Um diese stets vorhandene Pollenzelle legt sich (nur nicht im Pollen der unter Wasser blühenden Pflanzen) noch eine gewöhnlich einfache Schale (*tegmen*). Die Oberfläche dieser Schale ist bald glatt, bald netzaderig, bald gestreift, bald höckerig, stachelig, borstig, feingrubig, warzig u. s. w. Diese Punkte und Erhabenheiten der Pollenkörner sind zum Theile Secretionsorgane, die eine ölige oder wachsartige Substanz absondern, welche die Körner überzieht. Darum unterscheidet man die klebrigen Pollenkörner (*grana pollinis viscosa*) von den nicht klebrigen, welche eine vollkommen glatte Oberfläche besitzen. Der vierte, innerste Blüthenblattwirtel stellt das weibliche Reproductionsorgan, den Stempel oder das Pistill (*pistillum*) dar. Wesentlich besteht der Stempel aus zwei Theilen, aus dem Eierstocke oder Frucht-

knoten (*ovarium*) und aus der Narbe (*stigma*). Dazu kommt häufig als dritter, ausserwesentlicher Theil der Griffel oder Staubweg (*stylus*), eine faden- oder säulenförmige, meist gipfelständige, seltener seitenständige, am seltensten grundständige Fortsetzung des Eierstockes, welche unmittelbar die Narbe trägt. Diese stellt ein meist mit erhabenen Zellen oder saftigen Haaren besetztes, zur Befruchtungszeit gewöhnlich mit einer schmierigen Feuchtigkeit überzogenes drüsiges Organ dar, und ist jener Theil der weiblichen Blüthe, welcher zur unmittelbaren Aufnahme der Pollenkörner bestimmt ist. Ist die Narbe unmittelbar auf dem Gipfel des Eierstockes befestigt, so heisst sie sitzend (*stigma sessile*), sonst ist sie meist auf der Spitze des Griffels befestigt oder zieht sich an den Seiten herab. Viele Blüthen, wie z. B. die meisten Labiaten (Lippenblumen), haben keine deutliche Narbe, sondern die Spitze des Griffels stellt hier die Narbe dar.

Der untere mehr oder weniger verdickte Theil des Pistills ist der Eierstock (*ovarium*, Fruchtknoten), der in den Fächern (*loculamenta*) seiner inneren Höhlung die Eichen (*ovula*, *germina*) als die ersten Anfänge des Saamens einschliesst. Er steht meistens frei in der Blüthe und nimmt hier an derselben Stelle seinen Anfang, wo auch die Blüthendecken (Kelch und Krone) und die Staubgefässe entspringen. In diesem Falle heisst der Eierstock ein oberständiger (*ovarium superum*), wie er sich z. B. bei der Lilie und Tulpe findet. In anderen Fällen steht aber der Eierstock ganz und gar unterhalb des Anheftungspunctes der übrigen Blüthentheile und ist fast vollkommen mit dem unteren, röhrenförmigen Theile des Kelchs (der Kelchröhre) verwachsen. In diesem Falle heisst der Eierstock unterständig (*ovarium inferum*), wie er bei den Schwertlilien und Narcissen zu sehen ist. Diese Unterscheidung ist bei der Classification und Bestimmung der Pflanzen von Wichtigkeit.

Will man den Stempel auch seiner Gestalt nach mit einem Blattorgane vergleichen, so kann man ihn als ein an seinen Rändern eingeschlagenes oder eingerolltes Blatt *) betrachten. Da, wo nur Ein Stempel vorhanden ist, sieht man diese Ränder mit einander verwachsen und eine Naht (*sutura*) bilden. Sind mehrere Stempel vorhanden, so ist diese Naht, wenigstens bei der ursprünglichen Lage der Stempel, stets der Achse der Blüthe zugekehrt (Bauchnaht oder säamentragende Naht, *sutura ventralis sive seminifera*), während der Mittelnerv des Fruchtblattes (*carpophyllum*, *carpellum*) — so nennt man das nur in der Idee vorhandene Blatt, woraus man sich durch Metamorphose den Stempel entstanden denkt — sehr oft auf dem Rücken des Pistills ebenfalls eine Naht (die Rückennaht, *sutura dorsalis*) bildet. Zwischen beiden Nähten, welche sich meist als Rinnen, in selteneren Fällen als erhabene Stellen zeigen, befinden sich dann die Seitennerven des Fruchtblattes. Erscheinen mehrere Stempel in einer Blüthe, so sind sie theils völlig von einander geschieden, theils mehr oder weniger mit einander verwachsen, wobei häufig ihre eingeschlagenen Seitentheile Scheidewände (*dissepimenta*) im Eierstocke und dadurch so viele Fächer (*loculamenta*) in demselben bilden, als Stempel vorhanden sind, was man z. B. an der dreifächerigen Frucht der Herbstzeitlose (*Colchicum autumnale*) im Frühjahre sich leicht veranschaulichen kann. Doch stellen solche Stempel auch nicht selten (wie bei den Nelken) einen nur einfächerigen Eierstock (*ovarium uniloculare*) dar, indem die in der jungen Pflanze wirklich vorhandenen Scheidewände später verschwinden, und auf diese

*) Nach der Ansicht von Endlicher und Unger, womit auch Schleiden im Wesentlichen übereinstimmt, wird der Stempel theils (jedoch nur sehr selten) blos von Achsenorganen gebildet, theils (was meistens der Fall ist) von Achsen- und Seitenorganen zugleich.

Weise in dem weiter entwickelten Eierstocke nur eine einzige Höhlung entsteht. In diesem Falle kann man jedoch in der Blüthe an den freien Griffeln oder Narben, oder bei der reifen Frucht an den Klappen die Anzahl der vorhandenen Stempel zählen.

Aus den zusammengewachsenen Rändern der Fruchtblätter, oder vielmehr aus dem ihre Verwachsung vermittelnden Körper, dem sogenannten Saamenträger (*spermophorum*) oder Mutterkuchen (*placenta*), der entweder die Achse eines ein- oder mehrfächerigen Eierstockes bildet (achsenständiger Saamenträger), oder sich an den Wänden der Fächer des Fruchtgehäuses befindet (wandständiger Saamenträger), entspringen die Eichen (*ovula*), die hier nach geschehener Befruchtung sich zu Saamenkörnern (*semina*) entwickeln. Von diesen Eichen oder Saamenkeimen enthält jedes Fach des Eierstockes entweder nur eines (eineiiges Fach, *loculamentum uniovulatum*), oder zwei (zweieiiges Fach, *l. biovulatum*), oder viele, die entweder in einer Reihe regelmässig über einander oder in zwei Reihen neben einander, oder auch ordnungslos zerstreut oder zu einem Ballen vereint, am Mutterkuchen befestigt sind.

Diejenigen Botaniker, welche den Eierstock als von der Scheibe des Fruchtblattes gebildet betrachten, müssen nun auch, der Consequenz wegen, die Fortsetzung des Eierstockes nach Oben, nemlich den Griffel und die Narbe, für die Endspitzen des Fruchtblattes erklären. Darum sagt man, es bestehe der Griffel und die Narbe in der Regel aus ebenso vielen Theilen, als im Eierstocke Fruchtblätter vereinigt sind, und wo mehrere Eierstöcke mit getrennten Griffeln in einer Blüthe sich vorfinden, da sei die Anzahl der Narben zugleich auch jene der Fruchtblätter.

Das Eichen (*ovulum*; *gemmula*, Saamenknospe *Schleid.*) erscheint an der inneren Wand des Eierstockes zuerst als ein kleiner aus Zellgewebe bestehender Höcker, und

besteht allein aus dem Kern (*nucleus*), der aus gleichförmigem, zartem Parenchym gebildet ist, aber keine eigenthümliche äussere Umkleidung besitzt. Die Stelle, wo der Kern an dem Mutterkuchen befestigt ist, nennt man den Nabel (*umbilicus*), die gegenüberliegende Spitze aber die Kernwarze (*mammilla nuclei*). Häufig findet jedoch diese Befestigung nicht unmittelbar, sondern nur mittelbar durch eine stielartige Verlängerung, den Nabelstrang (*podospermium*, Knospenträger *Schleid.*), statt. Vor der Befruchtung entsteht häufig am Grunde des Kernes eine ringförmige Hautfalte, welche nach und nach den Kern als Eihaut (*integumentum*, Knospenhülle *Schleid.*) überzieht und nur an der Spitze eine kleine Oeffnung (den Eimund, *micropyle*, Knospenmund *Schleid.*) übrig lässt. Die Stelle selbst, wo der Kern mit dieser Eihaut umkleidet ist, heisst der Hagelfleck (*chalaza*, Knospengrund *Schleid.*). Unterhalb dieser Eihaut bildet sich auf ähnliche Weise bei den meisten Pflanzen noch eine zweite, welche ebenfalls an der Spitze eine offene Stelle frei lässt. In diesem Falle wird jene erstgenannte Eihaut die innere (*integumentum internum*, *tegmen*) und die Oeffnung derselben *Endostomium*, diese dagegen die äussere Eihaut (*integ. externum*) und die Oeffnung derselben *Exostomium* genannt. Mit fortschreitender Ausbildung des Eichens entsteht bald im Inneren des Eikernes eine Höhlung, die eigentlich nichts Anderes ist als eine Zelle seines parenchymatischen Gewebes, welche sich auf Kosten der übrigen unverhältnissmässig ausdehnt. Diese Zelle, meist von ovaler, flaschenförmiger oder rundlicher Gestalt, führt den Namen Embryosack (*sacculus embryonalis*).

4) Befruchtung.

Die Membran, woraus die Pollenzelle besteht, besitzt im hohem Grade endosmotische Kraft. Denn sobald ein

Pollenkorn mit Wasser in Berührung kommt, so nimmt es von demselben alsbald sehr begierig auf und dehnt sich in Folge dessen schnell nach allen Seiten hin aus. Dadurch platzt die Membran und die Fovilla tritt in wurmförmiger Gestalt daraus hervor. Dieser Vorgang erfolgt aber nur bei der übermässigen Ausdehnung der Pollenzellenmembran, wie sie im Wasser stattfindet. Anderes geschieht, wenn das Pollenkorn auf die Narbe fällt und mit der hier abgesonderten klebrigen Flüssigkeit in Berührung kommt. Denn in diesem Falle wächst die Pollenzelle allmählig an einer oder mehreren Stellen ihres Umfangs durch eine Oeffnung der Schale anfangs zu einer Blase, später zu einem Schlauche, dem Pollenschlauche, aus. Dieser Schlauch dringt nun, sich verlängernd, durch das Zellgewebe der Narbe und des Griffels bis zu dem Eierstocke, und tritt durch den Eimund in den Kern eines Eichens ein. Auf diese Weise gelangt (nach den von Hugo von Mohl an *Orchis Morio* angestellten Beobachtungen; vergl. Botan. Zeit. 1847. N. 27.) das untere Ende des Pollenschlauches auf die abgerundete Spitze des Embryosackes und wendet sich auf derselben seitwärts, um eine kurze Strecke am Embryosacke (wohl zwischen dessen Membran und der äusseren Eihaut) hinabzulaufen. Das Ende der Röhre schwillt ziemlich stark keulenförmig an und ragt alsdann, namentlich in einer etwas späteren Periode, ziemlich stark in's Innere des Embryosackes hinein, wahrscheinlich in Folge des Druckes, welchem dasselbe von Seiten der inneren Eihaut ausgesetzt ist. Nun vergrössert sich von den drei Zellen, welche sich schon vor dem Eindringen des Pollenschlauches in die Eimündung im oberen Ende des Embryosackes gebildet haben, die eine, welcher in selteneren Fällen auch noch eine zweite in ähnlicher Entwicklung folgt. In kurzer Zeit bildet sich in dieser Zelle eine Querscheidewand, der schnell eine zweite oder zwei weitere folgen, so dass dadurch diese Zelle (das Embryobläschen Amici's) in einen

eiförmigen, aus drei bis vier übereinanderliegenden Zellen bestehenden Körper umgewandelt wird. Im Laufe der nächsten 2 bis 3 Tage vergrössert sich das Embryobläschen so sehr, dass es allmählig den ganzen Embryosack unter Verdrängung der in seinem unteren Ende enthaltenen Zellen ausfüllt. Zu gleicher Zeit bildet sich in der untersten, und bald auch in der zweit-untersten Zelle des Embryobläschens eine Längsscheidewand. Nun dehnen sich die unteren Zellen, die aus der Theilung des Embryobläschens hervorgegangen sind, stärker als die oberen Zellen desselben aus, wodurch die Form des ganzen Gebildes aus der Eiform in die Gestalt einer umgekehrten Keule übergeht. Dann beginnt in den Zellen seines oberen Endes ein starkes Längenwachsthum, welches mit Bildung weiterer Querwände verbunden ist; in Folge hiervon erhält dieses Ende auf das vollständigste die Form und Organisation eines an der Spitze abgerundeten, gegliederten Pflanzenhaares. Während dieser Verlängerung des oberen Endes hat sich auch das untere Ende des Embryobläschens bedeutend unter Vermehrung seiner Zellen vergrössert und seine Zellen haben sich mit einer dichten Masse von feinen Körnern gefüllt. Es ist nun in diesem undurchsichtigen, zelligen Kerne der Embryo nicht mehr zu verkennen. Von diesem unteren, eiförmigen, den Embryo darstellenden Theile unterscheidet sich die obere fadenförmige Verlängerung nicht nur durch ihre cylindrische Gestalt, sondern auch durch ihre grosse Durchsichtigkeit. Erst bei dieser letzten Ausbildung des Embryobläschens zu dem Embryo und zu seinem fadenförmigen Anhang verschwindet der bis dahin vorhandene Pollenschlauch, wie es scheint, durch Resorption. Zugleich mit der Verlängerung des fadenförmigen Anhangs findet in den Zellen der äusseren Eihaut eine Ablagerung von feinen spiralförmigen Fasern statt, und es geht nun der Saamen rasch seiner Reife entgegen.

Im Wesentlichen zu demselben Resultate hatten schon

früher die Beobachtungen Amici's (Bot. Zeit. 1847. N. 21. 22) an derselben Pflanze geführt, womit auch die Beobachtungen von Carl Müller, der seine Untersuchungen auch auf andere Pflanzenfamilien ausdehnte, in der Hauptsache vollkommen übereinstimmen (vergl. Bot. Zeit. 1847. N. 42. 43. 44). Durch diese wiederholt mit grosser Sorgfalt angestellten Untersuchungen ist nun die Schleiden'sche Theorie der vegetabilischen Befruchtung widerlegt *), gemäss welcher der Pollenschlauch den Embryosack umstülpen und der Embryo sich in dem blinden Ende des Pollenschlauches bilden sollte.

An dem auf die beschriebene Weise entstandenen Embryo bildet sich im weiteren Verlaufe der Entwicklung, bei den Dicotyledonen auf beiden Seiten, bei den Monocotyledonen nur auf einer Seite, ein Wärrchen, woraus dann bei fortschreitendem Wachsthum die Cotyledonen oder Saamenlappen hervorgehen. Man unterscheidet nun an dem Embryo das Wurzelende oder das Würzelchen (*radicula*) und das Cotyledonarende, bestehend aus den Cotyledonen und dem Federchen (*plumula*) oder der wirklichen Knospe des Keimpflänzchens, welche sich in Folge der Keimung zu dem beblätterten Stamme der Pflanze entfaltet. Ausser dem Embryo entwickelt sich manchmal in dem Kerne noch ein besonderer Körper von verschiedener Consistenz, auf welchem der Embryo entweder aufsitzt oder selbst von ihm umhüllt ist. Es ist dies der Eiweisskörper (*albumen*), welcher übrigens mit dem Keime in keinem organischen Zusammenhange steht, auch nicht mit ihm wächst, sondern im Gegentheile durch Abgabe von Nahrungsstoffen an den Keim an Grösse mehr und mehr abnimmt.

*) Auch Gasparrini's Beobachtungen sprechen dagegen. Nach seinen Mittheilungen (Flora 1847. N. 22) soll der Embryo des cultivirten Feigenbaumes sogar ohne Befruchtung entstehen.

5) Frucht.

Unter Frucht versteht man jeden einzelnen Stempel, in welchem sich der Embryo, in Folge der Befruchtung, zur vollkommenen Reife, d. i. zur Keimfähigkeit, entwickelt hat. Die Frucht besteht wesentlich aus zwei Theilen, dem Saamengehäuse *) (*pericarpium*; *spermatotheca* Schleid.) und dem Saamen (*semen*). Ersteres bildet sich aus den Wänden des befruchteten Eierstockes, letzterer stellt das zur Reife gelangte Eichen dar. Das Saamengehäuse besteht aus drei Theilen, der Mittelschicht oder Fleischhaut (*mesocarpium seu sarcocarpium* Rich.), einer meist von Gefässbündeln durchzogenen Parenchymmasse von häutiger, fleischiger, lederartiger, holziger oder beinharder Consistenz; der äusseren Fruchthaut (*epicarpium* Rich.), einer meist dünnen Membran, die bald kahl, bald mit Drüsen oder Stacheln bekleidet ist, und sich theils leicht von der Mittelschicht ablösen lässt, theils fest mit derselben verwachsen ist; und aus der inneren Fruchthaut oder Wändehaut (*endocarpium* Rich.), welche als eine dünne, glatte Membran, oder auch, wie bei den Steinfrüchten, als eine harte, holzige Schale die innere Höhlung des Fruchtgehäuses überkleidet. Denkt man sich das Saamengehäuse aus Fruchtblättern oder Carpellern gebildet, so entspricht die äussere und innere Fruchthaut der unteren

*) Früher stellten einige Botaniker das Saamengehäuse bei manchen Pflanzen als fehlend dar, z. B. bei den Gräsern, Labiaten u. a., und bezeichneten solche Saamen als nackte Saamen. Allein es ist auch hier ein Saamengehäuse vorhanden, nur sind seine Wände sehr dünn und innig mit dem Saamen verwachsen. Schleiden behauptet jedoch, dass die Pflanzen aus der Familie der Coniferen, Cycadeen und Loranthaceen wirkliche nackte Saamen (*semina nuda*) hätten (Wissenschaftliche Botanik II, S. 399).

und oberen Blattfläche, die Mittelschicht aber dem von Gefässen durchzogenen Parenchym des Blattes.

Da das Saamengehäuse nichts Anderes ist, als der in Folge der Befruchtung entwickelte Eierstock, so ist es, wie dieser, entweder einfächerig (*pericarpium uniloculare*), oder mehrfächerig (*per. bi-, tri-, quinque-, multiloculare*). Die Fächer sind durch Scheidewände (*dissepimenta*) von einander getrennt, welche aus den eingeschlagenen, in das Fruchtgehäuse hineinragenden und hier mit einander verwachsenen Rändern zweier benachbarter Fruchtblätter gebildet sind. Diese Scheidewände reichen bald bis in die Achse der Frucht, bald nicht so weit oder erstrecken sich wenigstens nicht vom Grunde der Fruchthöhle bis zu deren Gipfel (vollständige und unvollständige Scheidewände).

Um die Saamenkörner, welche im Fruchtgehäuse entweder unmittelbar oder mittelbar (vermitteltst des Nabelstranges — *podospermium*) mit dem Saamenträger oder Mutterkuchen (*spermophorum, placenta*) in Verbindung stehen, aus der Fruchthöhle herauszulassen, muss diese sich öffnen, ein Vorgang, den man das Aufspringen (*dehiscencia*) des Saamengehäuses nennt, der sich aber nicht bei allen Früchten wahrnehmen lässt, indem es auch stets geschlossene Pericarprien gibt. Das Aufspringen erfolgt auf höchst mannigfaltige Weise, indem das Saamengehäuse bald in völlig unregelmässige Stücke zerspringt, bald sich in Löchern öffnet, welche sich an seinem oberen Theile bilden, wie z. B. bei den Mohn- (*Papaver*) und Steinbrecharten (*Saxifraga*), bald in Klappen aufspringt, welche dem Laufe der Nähte oder Fugen der Fruchtblätter folgen, wobei die Klappen entweder nach der ganzen Länge der Nähte sich trennen (eigentlich klappiges Aufspringen, wie es sich bei den Cruciferen, den Lilien, dem Veilchen, dem Stechapfel u. a. zeigt), oder die Trennung derselben nur an ihrem oberen Ende vor sich geht (Auf-

springen in Zähnen, wie bei den Nelken). In manchen Fällen erfolgt das Aufspringen auch in die Quere, d. i. unter einem rechten Winkel gegen die Fruchtachse, und das Pericarpium sieht in diesem Falle wie horizontal durchschnitten aus. Die Früchte des Gauchheils (*Anagallis*) und Wegerichs (*Plantago*) bieten Beispiele einer solchen Deckelfrucht dar.

Der zweite Theil der Frucht ist der Saamen oder das Saamenskorn, d. i. jener wesentliche Theil der Frucht, welcher sich in Folge der Befruchtung im Inneren des Saamengehäuses aus dem Eichen gebildet hat und den Keim oder Embryo umschliesst. Das zur Reife entwickelte Saamenskorn besteht aus zwei Theilen, aus der Saamenschale (*epispermium Rich.*) und dem Saamenkern (*nucleus*). An ersterer kann man beinahe allgemein die Substanz der Saamenschale von der Saamenoberhaut (*epidermis*) unterscheiden; letzterer besteht theils einzig aus dem Embryo, theils aus diesem und dem Eiweisskörper (*albumen*). Der Embryo nimmt im Saamen eine unabänderlich bestimmte Lage ein, so zwar, dass das Würzelchen mit seiner Spitze stets dem Eimunde zugekehrt ist, der Embryo sich also immer umgekehrt im Saamen entwickelt.

Nach dieser Beschreibung der Bestandtheile der Frucht bleibt nun noch übrig, die einzelnen Hauptfruchtarten zu characterisiren und zu classificiren. Wir folgen in diesem Punkte, der einer der schwierigsten der gesammten Botanik und noch lange nicht so durchforscht und bearbeitet ist, wie die Wichtigkeit der Sache es erheischt, dem carpologischen Systeme, wie es in Achilles Richard's Grundriss der Botanik von Kittel, Nürnberg 1840, enthalten ist. Die Früchte werden hier in drei Classen getheilt, nemlich in einfache Früchte, d. i. solche, welche von einem einzigen in der Blüthe enthaltenen Stempel herkommen. Diese Classe spaltet sich wieder in die

Abtheilung der trockenen und in jene der fleischigen Früchte. Die zweite Classe umfasst die vielfachen Früchte, d. i. jene, welche durch die Vereinigung mehrerer Stempel in derselben Blüthe entstehen. In der dritten Classe endlich finden sich die zusammengesetzten Früchte vereint, d. i. solche, welche von mehreren, anfangs unterschiedenen Blüthen gebildet werden, die aber in der Folge so mit einander verwachsen, dass sie durch ihre Vereinigung nur eine Frucht bilden.

Erste Classe: Einfache Früchte (*Fructus simplices*).

Erste Abtheilung: Trockene Früchte (*Fructus exsuccii*).

Erste Unterabtheilung: Trockene, nicht aufspringende Früchte (*Fructus exsuccii indehiscentes*).

1) Die Grasfrucht oder Balgfrucht (*Caryopsis Rich.*) ist eine einsaamige, nicht aufspringende Frucht, deren Saamengehäuse mit dem Saamenkorne so innig verwachsen ist, dass es nicht leicht davon getrennt werden kann. Diese Fruchtart findet sich, wie schon der Name sagt, bei den Gräsern.

2) Die Schliessfrucht (*Achenium Rich.*), d. i. eine einsaamige, nicht aufspringende Frucht, welche aus einem mit der Röhre des Kelches oder der Blüthenhülle verwachsenen Fruchtknoten entstanden und deren Saamengehäuse von der eigenthümlichen Hülle des Saamens unterschieden ist, wie in der Familie der Korbblüthigen (*Synanthereae*), z. B. bei den Disteln, ferner bei den Sauerampfer- (*Rumex*) und Knöterig-Arten (*Polygonum*).

3) Die Spaltfrucht (*Polachenium Rich.*, *Schizocarpium Reichenbach.*), d. i. jene einfache Frucht, welche sich zur Zeit der Reife in zwei oder mehrere Theile (Theilfrüchtchen) trennt, wovon man jeden einzelnen als

eine Schliessfrucht betrachten kann. Die Petersilie, der Kümmel, Pastinak, überhaupt die ganze Familie der Doldenträger (*Umbelliferae*) bieten Beispiele dar.

4) Die Flügelfrucht (*Samara Gaert.*) ist eine wenigsaamige, lederartig-häutige, sehr zusammengedrückte Frucht, welche aus einem oder aus zwei bis fünf nicht aufspringenden und durch flügelförmige, seitlich ausgebreitete Ansätze ausgezeichneten Fächern besteht. Sie findet sich an den Ulmen und Ahornen.

5) Die Eichel (*Glans*) ist eine einfächerige, nicht aufspringende Frucht, welche wegen des stets erfolgenden Abortirens mehrerer Eichen einsaamig ist, und an ihrem Grunde, selten ganz, in eine Art schuppiger oder blätteriger Hülle, das Becherchen (*cupula*) eingeschlossen ist. Beispiele sind die Früchte der Eiche und der Haselnussstaude.

6) Das Lindennüsschen (*Carcerulus Desv.*) ist eine trockene, vielfächerige, vielsaamige, nicht aufspringende Frucht, wie sie sich bei der Linde findet.

7) Der Granatapfel (*Balausta*) ist eine lederartige, von den Kelchzipfeln gekrönte, durch häutige Scheidewände in mehrere Fächer getheilte Frucht, welche zahlreiche, von fleischigem Marke umgebene Saamenkörner enthält, wie beim Granatbaume.

Zweite Unterabtheilung: Trockene, aufspringende Früchte (*Fructus exsuccis dehiscentes*), auch Kapselfrüchte (*Fructus capsulares*) genannt.

1) Die Balgfrucht (*Folliculus*) ist eine paarige oder durch Abortiren einzelne, gewöhnlich häutige, einfächerige, einklappige Frucht, welche sich durch eine Längennath öffnet, und auf deren Innerem sich ein nathständiger Mutterkuchen ansetzt, der durch das Aufspringen des Saamengehäuses frei wird. Sie findet sich in der Familie der Apocynen, z. B. bei der

Schwalbenwurz (*Vincetoxicum officinale*), ferner beim Eisenhute (*Aconitum*), der Nieswurz (*Helleborus*).

2) Die Schote (*Siliqua*) ist eine trockene, längliche, zweiklappige Frucht, deren Saamenkörner an zwei nathständige, den Narbenlappen gegenüberstehende Mutterkuchen befestigt sind. Gewöhnlich ist sie durch eine mit den Klappen gleichlaufende sogenannte falsche Scheidewand in zwei Fächer geschieden, welche nichts als eine Verlängerung des Mutterkuchens ist, und oft selbst nach dem Abfallen der Klappen noch stehen bleibt. Sie findet sich bei den Cruciferen, z. B. bei der Lackviole (*Cheiranthus*), dem Schaumkraute (*Cardamine*) u. a. Springt die Schote nicht auf, sondern trennt sie sich in eine gewisse Anzahl übereinandersitzender Glieder, so heisst sie Gliederschote, wie beim Hederich (*Raphanus Raphanistrum*), dem Meerkohle (*Crambe*) u. a. Ist die Schote nicht mehr als zwei- bis dreimal so lang als breit, in welchem Falle sie manchmal nur ein oder zwei Saamenkörner enthält, so nennt man sie Schötchen (*Silicula*), wie beim Steinkraut (*Alyssum*) u. a. Unter Nusschötchen (*Nucamentum*) versteht man ein Schötchen, welches nicht aufspringt und dem auch die mit den Klappen gleichlaufende falsche Scheidewand fehlt, das aber oft durch ein oder mehrere Plättchen in zwei bis vier schief oder senkrecht übereinanderliegende einsamige oder auch leere Fächer geschieden ist; z. B. der Waid (*Isatis*), die Neslie (*Neslia*), der Meersenf (*Bunias*).

3) Die Hülse (*Legumen*) ist eine trockene zweiklappige Frucht, deren Saamenkörner an einem einzigen Mutterkuchen befestigt sind, welcher der Richtung der einen Naht folgt. Durch falsche Scheidewände wird die Hülse manchmal zwei- oder mehrfächerig. Sie findet sich in der Familie der Hülsengewächse oder Leguminosen.

4) Die **Büchse** (*Pyxidium Ehrh.*) ist eine trockene, gewöhnlich kugelförmige Kapselfrucht, welche sich durch eine Querspalte in zwei übereinanderliegende, halbkugelförmige Klappen öffnet, deren obere **Deckel** (*Operculum*) genannt wird. Beispiele sind der Gauchheil (*Anagallis*) und Wegerich (*Plantago*).

5) Die **Springfrucht** (*Elaterium Rich.*) ist eine oft mit erhabenen Rippen versehene Frucht, welche sich zur Zeit ihrer Reife in ebenso viele unterschiedene Schalen (*Cocca*) der Länge nach öffnet als sie Fächer darbietet. Die Schalen sind gewöhnlich durch ein mittleres Säulchen mit einander verbunden, welches, nachdem jene abgefallen sind, stehen bleibt. Beispiele sind die Malven, Geranien und Euphorbien.

6) Unter dem Namen **Kapsel** (*Capsula*) begreift man alle trockenen aufspringenden Früchte, welche zu keiner der aufgeführten Arten gebracht werden können. Sie bieten eine grosse Mannigfaltigkeit dar, und öffnen sich theils durch Löcher (Mohnarten), theils durch Zähne (Nelkenarten), theils durch Klappen (Veilchen).

Zweite Abtheilung: Fleischfrüchte (*Fructus carnosi, succulenti*).

Sie besitzen ein dickes, saftreiches Saamengehäuse, schliessen eine unbestimmte Anzahl von Saamenkörnern ein und springen nicht auf. Es gehört hierher:

1) Die **Steinfrucht** (*Drupa*), d. i. eine Fleischfrucht, welche in ihrem Inneren eine Nuss einschliesst. Diese Nuss ist durch die Verhärtung und Verknöcherung der Wändehaut entstanden, zu welcher noch ein Theil der Fleischhaut hinzugetreten ist, wie z. B. bei der Pfirsich, der Pflaume, Kirsche u. s. w.

2) Die **eigentliche Nuss** (*Nux*) unterscheidet sich von der Steinfrucht nur durch die geringere Dicke und die grössere Härte ihrer Fleischhaut und ist daher nur

eine Abart von dieser. Beispiele sind die Früchte des Mandel- und des Nussbaumes.

3) Die Steinbeere (*Nuculanum Rich.*) ist eine Fleischfrucht, welche von einem freien, d. h. einem solchen Eierstocke gebildet wird, der nicht von den Lappen des anhängenden Kelches gekrönt ist, und in seinem Inneren mehrere kleine Kerne enthält, welche alsdann den Namen Steinchen (*Pyrenae*), auch Nüsschen (*Nuculae Rich.*), führen; z. B. die Früchte des Hollunders, des Epheu.

4) Die Kürbisfrucht (*Peponida Rich.*) ist eine fleischige, nicht aufspringende oder auch aufbrechende Frucht mit mehreren in der schwammigen Masse zerstreuten Fächern, deren jedes ein Saamenkorn einschliesst, welches so mit der inneren Fläche der Wändehaut des Faches verwachsen ist, dass man es nicht leicht davon trennen kann. Diese Frucht ist den Melonen, Kürbissen, Gurken und den übrigen Cucurbitaceen, den Nymphäaceen (Seerosen) und den Hydrocharideen eigenthümlich.

5) Die Hesperidenfrucht (*Hesperidium Desv.*) ist eine Fleischfrucht, deren äussere Haut sehr dick ist, und innerlich durch häutige Scheidewände, welche man ohne irgend eine Zerreißung trennen kann, in mehrere Fächer getheilt wird, deren jedes von einem sehr saftigen Zellgewebe erfüllt ist, in welchem sich die Saamenkörner befinden; wie bei der Citrone, der Orange u. s. w.

6) Die Beere (*Bacca*). Unter diesem allgemeinen Namen begreift man alle Fleischfrüchte, welche weder eine Nuss, noch ein Nüsschen oder Steinchen enthalten, und zu keiner der vorhergehenden Arten gehören. Von der Apfelfrucht unterscheidet sich die Beere durch die Abwesenheit der lederartigen oder knochigen Wändehaut; denn bei ihr ist diese sehr

zart und legt sich gewöhnlich an die Saamenkörner. Beispiele sind die Früchte des Weinstockes, die Stachelbeeren, Johannisbeeren u. a.

Zweite Classe: Vielfache Früchte (*Fructus multiplices*).

Vielfache Früchte sind diejenigen, welche durch die Vereinigung mehrerer in derselben Blüthe eingeschlossenen Stempel entstehen. Sie gehen unmerklich in die einfachen und diese in jene über, und man findet in dieser Classe die meisten der Fruchtarten wieder, welche in der ersten unterschieden wurden, mit dem Unterschiede, dass die hierher gehörigen Früchte von einander getrennt sind und nicht eine einzige Frucht bilden. Nur einige vielfache Früchte sollen, weil sie ihres eigenthümlichen Baues wegen besondere Namen erhalten haben, hier aufgeführt werden.

1) Die Hauffrucht (*Syncarpium Rich.*) ist eine vielfache Frucht, welche aus mehreren, derselben Blüthe angehörenden und manchmal schon vor der Befruchtung an den Seiten mit einander verwachsenen Eierstöcken entsteht; z. B. jene der Magnolien, der Anonaceen u. s. w.

2) Die Apfelfrucht (*Melonida Rich.*) ist eine Fleischfrucht, welche aus mehreren unter sich vereinigten und mit der Kelchröhre verwachsenen Eierstöcken entsteht. Der fleischige Theil der Apfelfrucht wird nicht durch die aus den Eierstöcken entstandenen Saamengehäuse gebildet, sondern entsteht durch eine beträchtliche Verdickung des Kelches, was sich aus der Beobachtung der Entwicklung dieser Frucht ergibt. Die Wändehaut, welche jedes Fach einer Apfelfrucht auskleidet, ist entweder häutig oder pergamentartig (Kernapfel), wie bei der Birne, dem Apfel; oder dick, holzig bis beinhart (Steinapfel), z. B. die Früchte

des Mispelbaumes (*Mespilus*) und Weissdorns (*Crataegus*).

Dritte Classe: Zusammengehäufte oder zusammengesetzte Früchte (*Fructus compositi*).

Man fasst unter diesem Namen jene Früchte zusammen, welche durch die Annäherung einer grösseren oder geringeren Anzahl kleiner Früchte entstehen, die oft mit einander vereinigt und verwachsen sind, wenn gleich die Blüthen, von welchen sie herkommen, vorher von einander getrennt waren.

1) Der Zapfen (*Conus, Strobilus*) ist eine zusammengesetzte Frucht, welche aus einer grossen Anzahl häutiger Schläuche, Flügelfrüchte oder Schliessfrüchte besteht, die in den Winkeln verschieden gestalteter, sehr entwickelter, trockener und in Gestalt eines Kegels zusammengestellter Blüthendeckblätter verborgen sind. Beispiele bietet die Frucht der Tannen, Fichten, Erlen und Birken.

2) Die Haufenfrucht (*Sorosus*). So nennt Mirbel die Vereinigung mehrerer Früchte, die mittelst der fleischigen, sehr entwickelten und zwischen sie tretenden Blüthendecken in einen einzigen Körper verwachsen, und einer warzigen Beere gleichen, wie die Frucht des Maulbeerbaumes, der Ananas u. s. w.

3) Die Feigenfrucht (*Sycone*) besteht aus einer von dem gemeinschaftlichen Blüthenstiele gebildeten, innerlich fleischigen, aussen ringsum geschlossenen Hülle, welche eine flache und offene (*Dorstenia*), oder vertiefte napfförmige (*Ambora*), oder eiförmige und geschlossene Gestalt (*Ficus*) hat, und eine Menge kleiner Steinfrüchte enthält.

6) Das Allgemeinste über die Fortpflanzung der Cryptogamen.

Die Fortpflanzung der Cryptogamen, oder besser der Agamen, ist von jener der Phanerogamen wesentlich verschieden. Denn ein geschlechtlicher Gegensatz der Reproductionsorgane findet bei den Cryptogamen nirgends statt. Sie entwickeln sich aus Zellen, den sogenannten Fortpflanzungszellen oder Sporen, welche nach Einigen dem Pollen, nach Anderen den Knospenzwiebeln*) (*bulbilli*) der Phanerogamen entsprechen. Diese Sporen sind entweder in eigenthümliche, verschiedenartig gestaltete Behälter, Sporenbehälter (*Sporothecae*), eingeschlossen, oder liegen frei in der Substanz oder auf der Oberfläche der Pflanze. Die reife, stets embryolose Spore entwickelt sich bei begünstigenden Umständen unter ähnlichen Erscheinungen, wie sie das Pollenkorn auf der Narbe zeigt, zu einer neuen Pflanze, indem sie durch Aufnahme von Wasser sich ausdehnt, ihre äussere Schale (Sporenhaut, *sporodermis*) zersprengt und durch Entwicklung neuer Zellen eine Zellenmasse bildet, die verschiedene Formen annimmt (der sogenannte Vorkeim, *proëmbryo*), woraus dann die junge Pflanze selbst hervorwächst.

7) Pflanzengeographie.

Unter Pflanzengeographie versteht man die Lehre von der Art der Vertheilung der Pflanzen über die Erde. Nur wenige Pflanzen werden in allen Theilen der Erde ange-

*) Es sind dies Knospen mit meist dicken, fleischigen Blattanfängen, welche sich nicht auf der Mutterpflanze weiter entwickeln, sondern abfallen und dann erst sich zu neuen Pflanzen entfalten.

troffen, die meisten sind nur über einen gewissen Bezirk der Erdoberfläche verbreitet. Diese Verbreitungsbezirke werden vorzüglich bedingt durch die geographische Lage (Länge und Breite), so wie durch die Erhebung der Erdoberfläche über den Spiegel des Meeres.

Zwischen diesen beiden verschiedene Pflanzenbezirke bedingenden Ursachen findet eine merkwürdige gesetzmässige Uebereinstimmung statt. Bewegt man sich nemlich von den Tropengegenden nord- oder südwärts nach den Polen hin, so durchwandert man im Allgemeinen dieselben Pflanzenbezirke, wie wenn man in der heissen Zone von der Ebene aus einen sehr hohen Berg besteigt. Denn die prachtvolle, riesenhafte und höchst mannigfaltige Flora, wie sie sich zwischen den Wendekreisen entfaltet, verliert schon in der gemässigten Zone bedeutend von dieser grossartigen Pracht und erstaunlichen Mannigfaltigkeit, bis endlich in den Polargegenden die Vegetation fast gänzlich erlischt. Diese Erscheinung bietet sich aber in derselben Vollständigkeit dem Beobachter auch bei Besteigung eines bis in die Schneeregion emporragenden tropischen Berges dar. Denn während hier den Fuss des Berges ein Gürtel von Tropenpflanzen umgibt, gedeihen auf seiner mittleren Höhe nur noch die Gewächse der gemässigten Zone, und höher hinauf finden sich einzig die wenigen Pflanzen der Polargegenden.

Diese gleichförmigen Erscheinungen lassen auf gleichförmige Ursachen zurückschliessen. Das gedeihliche Fortkommen der Pflanzen hängt hauptsächlich von der Intensität der Temperatur und des Lichtes, so wie von dem Grade der Feuchtigkeit des Bodens und der Atmosphäre ab. Diese das Wachsthum fördernden Verhältnisse finden sich aber im höchsten Grade ebenso um den Aequator, wie (für irgend eine beliebige Localität der Erdoberfläche) um den Fuss eines Gebirges vereint, und nehmen vom Aequator nach den Polen zu im Allgemeinen ebenso an Intensität ab,

wie bei zunehmender Elevation über dem Meeresspiegel, wobei höchstens nur die Feuchtigkeitsmenge, welche nach aufwärts zunimmt, eine Ausnahme macht.

Die Verbreitungsbezirke der Pflanzen von dem Aequator nach den Polen hin bilden auf der Nord- und Süd-Halbkugel der Erde eine bestimmte Anzahl von Zonen, die auf beiden Hemisphären einander entsprechen und im Allgemeinen durch die Parallelkreise begrenzt werden. Da jedoch die Art der Wärmevertheilung, eigenthümlicher Localverhältnisse wegen, nicht stets genau den geographischen Breitengraden entspricht, so stimmen die Linien gleicher mittlerer Temperatur (Isothermen) nicht immer genau mit den Parallelkreisen zusammen, und zwar um so weniger, je mehr man sich den Polen nähert.

So wie nicht auf allen Puncten eines Erdparallelkreises der Grad der Wärmeab- oder Zunahme derselbe ist, so findet sich dasselbe Verhältniss auch bei Gebirgen auf verschiedenen Puncten gleicher Elevation über dem Meere. Denn nach Al. v. Humboldt nimmt die Wärme auf steilen Bergabhängen schneller ab, als auf hohen Plateaux und auf den Höhen grosser zusammenhängender Gebirgsmassen, wodurch natürlich die Elevationszonen der Pflanzenverbreitung eine nicht selten wechselnde Begrenzung erhalten.

Von besonderem Einflusse auf die Verbreitung der Pflanzen sind auch die Temperaturunterschiede der einzelnen Jahreszeiten, welche in den Tropengegenden am geringsten sind, gegen die Pole hin aber beständig zunehmen. Die Sommer- und Winter-Temperatur kommt ihres bedeutendsten Gegensatzes wegen hier vorzüglich in Betracht. Manche Pflanzen bedürfen nemlich zu ihrer vollkommenen Entwicklung und Saamenreife einer länger anhaltenden gleichförmig gemässigten Temperatur, während andere hierzu nur einen höheren Wärmegrad, wenn er gleich von verhältnissmässig kurzer Dauer ist, nothwendig haben. Nach diesem Verhältnisse werden die ersteren Pflanzen von den Aequatorial- nach

den Polargegenden zu früher verschwinden, als letztere, weil sie in grösserer Nähe der Pole einen noch immer verhältnissmässig sehr heissen, wenn gleich kurzen Sommer finden. Gleichwie man die Gegenden gleicher mittlerer Jahrestemperatur durch die Isothermen verbindet, so werden auch die Orte gleicher Sommer- und gleicher Winter-Temperatur durch Linien mit einander verbunden und jene Isothermen, diese Isochimenen genannt.

Auch die Meeresnähe übt auf die Vegetation einen nicht unbedeutenden Einfluss aus. Denn Küsten und Inseln zeigen wegen des höheren Feuchtigkeitsgrades der Luft, welcher am Tage die Erwärmung, bei Nacht die Abkühlung der Erdoberfläche mässigt, ein gleichförmigeres Klima als Binnenländer, bieten daher auch Pflanzen, welche diese, wiewohl unter gleichen Breiten gelegen, nicht aufweisen können.

Endlich sind auch noch die geognostischen Verhältnisse von dem entschiedensten Einflusse auf die Vegetation. Denn der Boden, welcher der Pflanze als Unterlage dient, bildet sich durch Verwitterung der Gebirgsarten, muss also, wie diese, die verschiedensten chemischen Bestandtheile enthalten, wovon die einen dieser, die anderen jener Pflanze besonders zusagen. Darum haben der Quarzsandboden, der Kalk- und Lehmboden, der Salzboden (an Meeresküsten und in Salzsteppen) ihre eigenthümlichen Pflanzen. Von noch allgemeinerer Bedeutung ist die Unterscheidung der Pflanzen in Land- und Wasser-Pflanzen, welche letztere wieder entweder Salzwasser- oder Süsswasser-Pflanzen sind.

8) Uebersicht der Geschichte der Botanik. (Systeme.)

Der aus den Pflanzen zu ziehende practische Nutzen gab unstreitig den Menschen die erste Veranlassung, sich

mit ihren Eigenschaften näher bekannt zu machen. Früh schon waren die Heilkräfte der Pflanzen bekannt, woraus nicht selten die abentheuerlichsten Erzählungen von den wunderbaren Wirkungen mancher Pflanzen entstanden. Aristoteles von Stagira, geb. 384 v. Chr., † 324, der Vater der Naturgeschichte, hat zwar, wie er selbst erwähnt, zwei Bücher *) über die Pflanzen geschrieben, allein sie sind nicht bis auf uns gekommen. Er hat jedoch, wie aus seinen übrigen Werken erhellt, die Pflanzen schon als lebende Wesen erkannt und ihnen richtig ihre Stelle zwischen den Mineralien und Thieren angewiesen.

Die ersten auf uns gekommenen botanischen Schriften sind von Theophrast (*περὶ φυτῶν ιστορίας* und *περὶ φυτῶν αἰτιῶν*). Nachdem er in seiner Jugend zu Athen den Plato und Aristoteles gehört hatte, machte er grosse Reisen in Griechenland, und wurde nach seiner Rückkehr nach Athen das Haupt der peripatetischen Schule. Von einer systematischen Anordnung der Pflanzen findet sich bei Theophrast noch keine Spur, er beschränkt sich nur auf die Angabe des ärztlichen und landwirthschaftlichen Gebrauches der Pflanzen, ihrer natürlichen Beschaffenheit, ihres Wohnortes, ihrer Cultur u. s. w. Das Zellgewebe und die Blätter erkannte er schon als Ernährungsorgane, das Geschlecht der Pflanzen aber wurde ihm, wenigstens in seiner Allgemeinheit, nicht klar. Lange begnügte man sich nun in Griechenland mit den botanischen Schriften des Aristoteles und Theophrast. Auch die Römer waren zu practisch gesinnt, als dass die Botanik sich einer wissenschaftlichen Pflege bei ihnen hätte erfreuen können. Erst Plinius der Aeltere (Cajus Plinius Secundus, geb. 23 n. Chr. zu Verona oder Como, † 79) machte die Pflanzen zum Gegenstande seiner Untersuchungen, ohne jedoch dabei die Natur selbst zur Lehrmeisterin zu wählen. Denn er schöpfte in

*) „Theorie der Pflanzen“ cf. *hist. anim.* 5, 25.

seiner *Historia naturalis* *) in 37 Büchern (wovon das 12 – 27. Buch von den Pflanzen handelt) seine ausgebreiteten Kenntnisse hauptsächlich nur aus anderen Autoren, aus denen er, oft sehr flüchtig und ohne Critik, compilirte. Dennoch behauptete das Werk des Plinius das ganze Mittelalter hindurch ein sehr grosses Ansehen, ein grösseres noch, als die Werke des Dioscorides, eines griechischen Arztes aus Anazarbas in Cilicien, geb. um 50 n. Chr. (*de materia medica*, nebst seinen übrigen Werken herausgegeben von Sprengel, Leipz. 1829, 2 Bde.), der hauptsächlich durch die Angabe der Heilkräfte vieler Pflanzen seinen bis zum Schlusse des Mittelalters währenden Ruhm begründete. Lange beschäftigte man sich nun im Abendlande sowohl als im Morgenlande, wo besonders die Araber die Mission hatten, die geistigen Schätze des Alterthums einer späteren Zeit zu bewahren, nur mit Verfassung von Commentarien über Theophrast, Dioscorides und Plinius. Selbst die gegen das Ende des 15. Jahrhunderts mehrfach erschienenen sogenannten Kräuterbücher (*Hortisanitatis*), mit Holzschnitten versehen, förderten die wissenschaftliche Botanik nicht, denn auch sie enthielten blos unsystematische Beschreibungen einheimischer und ausländischer Pflanzen mit besonderer Berücksichtigung ihres medicinischen Gebrauches.

Der Erste, der durch Beobachtung der Natur selbst eine neue Bahn brach, war Otto Brunfels von Mainz († 1534). Zwar zeigt sich auch bei ihm noch kein wissenschaftliches Princip der Eintheilung, allein er untersuchte mit grosser Sorgfalt die Pflanzen in der Natur selbst und lieferte auch viele Zeichnungen derselben (*Herbarum*

*) Es existiren weit über hundert Ausgaben dieses Werkes. Die besten sind die von Joh. Harduin, 5 Vol. 4., 1685, ferner die neue Auflage vom J. 1723, 3 Vol. Fol.; von Franzius, Leipzig 1778 – 91 in 10 Vol. 8.

vivae icones ad naturae imitationem, Strassburg 1530—36, 3 Bde. Fol.). Die guten Folgen eines solchen unmittelbaren Studiums der Natur zeigten sich schon bei dem Tübinger Professor Fuchsius (Leonhard Fuchs, geb. 1501 zu Wemdingen in Bayern). Denn diesem wurde durch solche Untersuchungen klar, dass vorzüglich der Bau der Blume und Frucht bei den Pflanzen zu beachten sei. Der Pastor Hieronymus Tragus (geb. 1498 zu Heidesbach) wagte sogar schon den Versuch, von der bisher gewöhnlichen alphabetischen Anordnung der Pflanzen abzugehen und dieselben in natürliche Familien zusammenzustellen. Der auch als Zoolog berühmte Conrad Gessner, welcher, als er 1565 als Professor der Philosophie und practischer Arzt zu Zürich in seinem 49. Lebensjahre an der Pest starb, eben mit der Bearbeitung einer Geschichte der Pflanzen beschäftigt war, wird von Haller, Linné und Cuvier als derjenige gepriesen, der zuerst den Gedanken fasste, die Pflanzen nach den Fructificationsorganen in verschiedene Genera abzutheilen. Von seinen eigenen Arbeiten hat Gessner selbst nur wenig veröffentlicht, nach seinem Tode aber brachte Joachim Camerarius, ein gelehrter Nürnberger Arzt und Botaniker, seinen wissenschaftlichen Nachlass, insbesondere die vielen Pflanzenabbildungen, die Gessner hatte anfertigen lassen, käuflich an sich und benutzte die letzteren bei seiner Ausgabe des Matthiolus: *Matthioli de plantis Epitome utilissima, novis iconibus et descriptionibus aucta a Joach. Camerario*, Francof. 1586, 4. (Matthiolis Kräuterbuch durch J. Camerarium, Frankf. 1590, Fol.). Der Ruhm aber, zuerst ein auf die wesentlichen Organe der Blüthe und Frucht gegründetes wissenschaftliches System der Pflanzen aufgestellt zu haben, gebührt unstreitig dem Italiener Andrea Caesalpino von Arezzo (geb. 1519, † 1603), Professor zu Pisa, dann Leibarzt des Papstes Clemens VIII. und Professor der Arzneikunde zu Rom. In seinem Werke: *De Plantis*

Libri XVI, Florenz 1583, weist er darauf hin, wie gross bei der Menge angehäuften Materials die Nothwendigkeit einer systematischen Einheit sei. Dann spricht er von dem Versuche, den er gewagt habe, das ganze Pflanzenreich nach dem Principe der Zusammenstellung des Aehnlichen und der Trennung des Unähnlichen in Genera und Species abzutheilen, und erklärt, dass es bei einer solchen systematischen Anordnung vorzüglich auf die Zahl, Stellung und Gestalt der Fructificationsorgane ankomme. Durch diesen glücklichen Gedanken gelang es ihm, auf dem Wege einer zwar künstlichen Methode dennoch zur Aufstellung natürlicher Ordnungen zu gelangen, was beweist, dass sein Princip ein richtiges, in der Natur selbst begründetes war. Linné nennt ihn darum auch (*Philos. botan.* S. 18) den *primus verus Systematicus* und Cuvier sein Werk ein *geniales*. Cäsalpin's Ansichten fanden jedoch nicht sogleich allgemeine Annahme. In anderen Beziehungen aber machte die Botanik unterdessen nicht unbedeutende Fortschritte. Clusius (Charles de L'Écluse, geb. 1526 zu Arras im nördlichen Frankreich, seit 1589 Professor der Botanik zu Leyden) zeichnete sich besonders als geschickter Pflanzenbeschreiber aus. Auch lernte man inzwischen die Floren anderer Welttheile kennen. So beschrieben z. B. der Spanier Franz Hernandez und der Missionär Barnabas Cobo viele Pflanzen America's. Von Piso und Marcgraf erschien 1648 zu Amsterdam die *Historia naturalis Brasiliae*, durch Paul Hermann aus Halle lernte man viele Pflanzen vom Vorgebirge der guten Hoffnung und von Ceylon kennen, durch Andere die Pflanzen von Jamaica, Virginien, Maryland und St. Domingo. Der Anblick der grossartigen Formen insbesondere der tropischen Pflanzenwelt musste einen wunderbaren Eindruck auf die Gemüther der Reisenden machen und die mitgebrachten Exemplare auch in Europa einen neuen Eifer für die Botanik anregen. Man fing nun an, öffentliche botanische Gärten anzulegen, zu-

erst in Italien zu Pisa (1543), dann zu Padua (1545), zu Florenz (1556), zu Rom (1568), im Jahre 1577 entstand der Garten zu Leyden, der zu Paris 1626, jener zu Upsala im Jahre 1657.

Auch die systematische Anordnung des Pflanzenreiches machte Fortschritte, indem der englische Arzt und Botaniker Mathias Lobel im Jahre 1570 ein von vielen späteren Botanikern angenommenes System aufstellte, und sogar schon Monocotyledonen und Dicotyledonen unterschied *). Fabius Columna oder Colonna (geb. 1567 zu Neapel, † 1648), Präsident der naturwissenschaftlichen Academie seiner Vaterstadt, war der Erste, welcher mit Klarheit die von Cäsalpin aufgestellten Principien der Botanik erkannte und zu seinen Werken Kupferstiche lieferte, welche die Pflanzen nebst deren Fructificationsorganen darstellen. Caspar Bauhin (geb. 1560 zu Basel), Professor der Botanik und Anatomie, später Leibarzt des Herzogs Friedrich von Würtemberg, gab zuerst in seinem Werke: *Pinax Theatri botanici*, Basel 1623, eine bei dem Wuste verschiedener Namen nothwendige Synonymie der Botanik heraus. Um die Begründung einer botanischen Kunstsprache machte sich um diese Zeit der teutsche Philosoph Joachim Jung (geb. 1587 zu Lübeck) sehr verdient. Seine *Isagoge phytoscopica*, die 1678 zu Hamburg erschien, ist dem Engländer Johann Ray (geb. 1628 zu Black-Notley in der Grafschaft Essex) und später dem botanischen Reformator Linné von nicht geringem Nutzen gewesen. Auf Jung's Grundsätzen arbeitete besonders Ray mit grossem Glücke weiter an dem Aufbau eines besseren Systemes. Er berücksichtigte dabei nicht blos die Frucht, sondern auch die Blüthe und die Saamenlappen, und leistete überhaupt durch sein Streben nach natürlichen Classen der wissenschaftlichen Methode bedeutenden Vorschub. Ausserdem war er auch als beschreibender

*) Cf. Cuvier, *Leçons sur l'hist. des sciences naturelles* S. 198.

Botaniker zu seiner Zeit berühmt, und seine Synopsis der Pflanzen Englands wurde für ein classisches Werk gehalten. Ein nicht weniger berühmter Systematiker dieser Zeit ist auch August Quirin Rivinus (Bachmann, geb. 1652 zu Leipzig, seit 1691 Professor der Botanik und Physiologie daselbst), der sein neues System blos auf den Bau der Blüthe, ohne Berücksichtigung des Fruchtbaues, gründete und zuerst die von Ray hartnäckig vertheidigte Eintheilung der Pflanzen in Bäume, Sträucher und Kräuter aus seinem Systeme verbannte. Zu derselben Zeit erhob sich in Frankreich als ausgezeichneter Systematiker Joseph Pitton de Tournefort (geb. 1656 zu Aix in der Provence, seit 1683 Professor der Botanik in dem Jardin du Roi zu Paris, später Professor der Medicin an dem Collège de France). Er ordnete *) das Pflanzenreich in Classen, Gattungen und Arten. Die ersten bestimmte er nach dem Bau der Blumenblätter, die Gattungen theils nach der Blüthe, theils nach der Frucht, die Species nach allen Theilen der Pflanze. Ein Missgriff war es jedoch, dass Tournefort die unwissenschaftliche Eintheilung in Bäume, Sträucher und Kräuter beibehielt. Dennoch erfreute sich Tournefort's System bis zum Bekanntwerden des Linné'schen einer sehr allgemeinen Aufnahme, wozu besonders der Umstand viel beitrug, dass Tournefort in seinem Werke: *Institutiones rei herbariae* 1700 jeder Gattung eine treffliche, von dem geschickten Maler Aubriet gefertigte Zeichnung der Blüthe und Frucht beifügte, wodurch das Studium der Botanik sehr erleichtert wurde.

Im Norden Europa's ging jetzt für die Naturgeschichte ein Stern erster Grösse auf in Carl von Linné (geb. 1707, † 1778), der durch den Erfolg seiner reformatorischen

*) Zuerst machte er sein System in seinen *Elémens de botanique* 1694 bekannt, ausführlicher in seinen *Institutiones rei herbariae* 1700.

Bestrebungen einzig dasteht in der Geschichte dieser Wissenschaft. Er war der Sohn eines unbemittelten schwedischen Dorfpastors in Smaland, besass von Natur eine heftige Liebe zur Naturgeschichte und war mit nicht gewöhnlichem Scharfsinne und ungemein klarer Darstellungsgabe ausgerüstet. Theils durch seine zahlreichen classischen Schriften, theils durch seine Vorlesungen an der Universität zu Upsala (wo er seit 1741 Professor der Botanik war) übte er einen ganz ungewöhnlichen Einfluss auf die Naturforscher fast aller Länder aus. In seinem *Systema naturae seu regna tria naturae systematice proposita*, zuerst zu Leyden 1735, Fol., erschienen, findet man sein nachmals so berühmt gewordenes Sexualsystem der Pflanzen schon in seinem ganzen Umfange angewendet. Durch seine *Fundamenta botanica* (Amst. 1736. 8.) wurde er der erste Begründer einer durchgeführten, auf unabänderlichen Kennzeichen beruhenden botanischen Sprache (botanische Terminologie), wodurch es nun möglich wurde, Einheit und Klarheit in die beschreibende Botanik zu bringen. Einen nicht geringeren Dienst erwies Linné der Botanik, so wie der ganzen Naturgeschichte, durch seine wesentliche Verbesserung der Nomenclatur. Er gerieth nemlich auf den glücklichen Gedanken, statt der bisher üblich gewesenen wortreichen Benennungen der Species, diese nur durch ein einziges der Gattung beigefügtes Wort (Linné's sogenannte Trivialnamen) zu bezeichnen. Doch stellte er anfangs (in seiner *Critica botanica Lugd. Bat.* 1737) nur die Regeln für die generischen und speciellen Benennungen auf, und wagte erst in seinem Werke: *Species*) plantarum* (1753) den

*) Auflage von Willdenow, 8 Bde., Berlin 1797, und jene von Link, 6 Bde., Berlin 1825. Linné's *Genera plantarum*, die Characteres von 935 Gattungen enthaltend, waren in erster Auflage schon 1737 zu Leyden erschienen und wurden noch während des Verfassers Leben 5mal aufgelegt.

Versuch einer durchgängigen Einführung seiner Trivialnamen, der aber bald allgemeine Aufnahme *) fand, und stets, nicht blos in der Botanik, sondern auch in der Zoologie seine Anwendung finden wird. Zu bedauern ist, dass in der Mineralogie eine solche kurzgefasste zweckmässige Benennung der grösseren Schwierigkeiten wegen noch nicht eingeführt werden konnte.

Ein drittes Verdienst Linné's besteht in der Aufstellung seines Sexualsystems, worin er die Pflanzen nach dem Vorhandensein oder scheinbaren Fehlen der Geschlechtsorgane, nach der Zahl, Art der Befestigung, den Längenverhältnissen, dem Verwachsensein und der Vertheilung derselben auf verschiedene Pflanzenindividuen in 24 Classen theilte. Diese 24 Classen zerfallen wieder in Ordnungen. Der Eintheilungsgrund ist dabei von der Anzahl der Pistille (oder auch nur der Griffel und Narben), von der Beschaffenheit der Frucht, von der Zahl der Staubgefässe, von dem Geschlechte der Blüthen in dem nemlichen Blüthenköpfchen, von der Zahl und den Verwachsungen der Staubgefässe, von dem Vorkommen verschiedengeschlechtiger Blüthen auf einem oder auf verschiedenen Stämmen und endlich von der natürlichen Verwandtschaft hergenommen. Zwar ist dieses System ein künstliches, weil ohne Berücksichtigung des Gesammthabitus das Eintheilungsprincip nur von den Organen der Fortpflanzung hergenommen wird. Doch schwebte Linné'n schon die Nothwendigkeit eines natürlichen Systemes vor Augen, als er z. B. mehrere, seinem Systeme zufolge, zur Classe *Monadelphia* gehörige Gattungen dennoch der natürlichen Verwandtschaft wegen zur Classe *Diadelphia* zog. Aber auch als rein künstliches

*) Im Zusammenhange trug Linné die Regeln, die zu einer wissenschaftlichen Anordnung der Botanik führen sollten, vor in seiner *Philosophia botanica, in qua explicantur fundamenta botanica*, Stockholm 1751.

System wird Linné's Anordnung der Pflanzen ihrer leichten Anwendung wegen (stets, besonders für den Anfänger, von grossem Nutzen sein. Auch wusste Linné wohl, dass der höhere wissenschaftliche Zweck der Botanik nur in der Aufstellung eines natürlichen *) Systemes erreicht werden könne, ja er hat sogar, wie er selbst sagt, an der Auffindung natürlicher Ordnungen gearbeitet **), aber zugleich dabei die Unvollkommenheit dieser seiner Arbeit eingesehen und frei gestanden, es müssten zuvor noch viele Pflanzen entdeckt werden, bis es möglich wäre, ein vollendetes natürliches System zu erhalten ***).

Folgendes ist das Schema der Classen des von Linné aufgestellten Sexualsystemes †):

*) *Methodus naturalis ultimus finis Botanices est et erit (Philos. botan. 1751. pag. 137).*

**) *Primum et ultimum in Botanice quaesitum est methodus naturalis. Haec adeo a Botanicis minus doctis vilis habita, a sapientioribus vero tanti semper aestimata, licet detecta nondum. Diu et ego circa eam inveniendam laboravi, bene multa quae adderem obtinui, perficere non potui, continuaturus dum vixero. Class. plant. pag. 485.* Er hinterliess (*Philos. botan. 1751, p. 27 — 36*) 68 natürliche, auf die Verwandtschaft und den Habitus gegründete natürliche Pflanzenfamilien, die er aber weniger nach einem sicher leitenden Principe, als durch einen glücklichen Tact seines Geistes, welcher das Wahre traf, aufstellte (Zunck, die natürlichen Pflanzensysteme, Leipzig 1840).

***) *Defectus nondum detectorum in causa fuit, quod Methodus naturalis deficiat, quam plurimum cognitio perficiet; Natura enim non facit saltus. (Philos. bot. p. 36.)*

†) G. W. Bischoff's Handbuch der botan. Terminologie und Systemkunde, 3. Bd., S. 1086 ff.

I. Sichtbarblühende (*Phanerogamae*).A. Staubgefäße und Pistille in der nemlichen Blüthe: Zwitterblüthige (*Hermaphroditae*) oder Einbettige (*Monoclinae*).

a) Staubgefäße von einander getrennt.

α) Staubgefäße gleichlang oder ohne bestimmtes Längenverhältniss (bei höheren Zahlenverhältnissen auch abwechselnd länger und kürzer).

*) Nur mit Rücksicht auf ihre Zahl.

Ein Staubgefäss	} in einer Zwitterblüthe	1. Classe. Einmännige, <i>Monandria</i> .
Zwei Staubgefäße		2. „ Zweimännige, <i>Diandria</i> .
Drei Staubgefäße		3. „ Dreimännige, <i>Triandria</i> .
Vier Staubgefäße		4. „ Viermännige, <i>Tetrandria</i> .
Fünf Staubgefäße		5. „ Fünfmännige, <i>Pentandria</i> .
Sechs Staubgefäße		6. „ Sechsmännige, <i>Hexandria</i> .
Sieben Staubgefäße		7. „ Siebenmännige, <i>Heptandria</i> .
Acht Staubgefäße		8. „ Achtmännige, <i>Octandria</i> .
Neun Staubgefäße		9. „ Neunmännige, <i>Enneandria</i> .
Zehn Staubgefäße		10. „ Zehnmännige, <i>Decandria</i> .
Zwölf (bis achtzehn) Staubgefäße		11. „ Zwölfmännige, <i>Dodecandria</i> .

*) Mit Rücksicht auf Zahl und Stand der Staubgefäße.

Zwanzig und mehr Staubgefäße auf dem Kelche

stehend 12. Classe. Zwanzigmännige, *Isocandria*.

Zwanzig und mehr Staubgefäße auf dem Fruchtboden stehend

13. „ Vielmännige, *Polyandria*.

β) Zwei Staubgefäße kürzer als die übrigen:

bei zwei längeren Staubgefässen

14. Classe. Zweimächtige, *Didynamia*.

bei vier längeren Staubgefässen

15. „ Viermächtige, *Tetradynamia*.

b) Staubgefäße mit einander verwachsen.

α) Die Staubfäden verwachsen.

Staubfäden in eine Röhre

verwachsen 16. Classe. Einbrüderige, *Monadelphina*.

Staubfäden in 2 Bündel

verwachsen 17. „ Zweibrüderige, *Diadelphia*.

Staubfäden in 3 oder mehrere Bündel verwachsen 18. Classe. Vielbrüderige, *Polyadelphia*.

β) Die Staubbeutel in eine Röhre verwachsen . 19. » Vereintkolbige, *Syngenesia*.

c) Staubgefässe mit dem Pistill verwachsen . . 20. » Weibermännige, *Gynandria*.

B. Staubgefässe und Pistille in verschiedenen Blüthen: Zweibettige (*Diclinae*).

a) Männliche und weibliche Blüthen auf der nämlichen Pflanze . . . 21. Classe. Einhäusige, *Monoecia*.

b) Männliche und weibliche Blüthen auf verschiedenen Pflanzen . . . 22. » Zweihäusige, *Dioecia*.

c) Männliche und weibliche Blüthen mit Zwitterblüthen untermischt . 23. » Vielehige, *Polygamia*.

II. Verborgenblühende (*Cryptogamae*), deren Staubgefässe schwer zu sehen sind oder ganz fehlen 24. » Verborgenehige, *Cryptogamia*.

Linné's Sexuallsystem hat den entschiedenen Vorzug, dass es sehr einfach und leicht verständlich ist. Doch bemerkt man beim Gebrauche desselben bald das Schwankende, das in den Merkmalen liegt, welche von der Zahl und Verwachsung der Fructificationsorgane (sowohl Staubgefässe als Pistille) und von der Geschlechtsverschiedenheit hergenommen sind, in Folge dessen man oft nicht weiss, zu welcher Classe eine Gattung zu rechnen sei. Linné selbst hatte diese Schwierigkeiten erkannt und den Plan zur Verbesserung derselben gemacht, der aber nicht zur Ausführung kam. Während Linné's System fast allgemein Anerkennung fand, hatte es doch sowohl in Deutschland an dem grossen Physiologen Albert von Haller, als auch in Frankreich an Buffon und Adanson seine Widersacher. In England und Deutschland dagegen erfreute sich das

Linné'sche System bald allgemeiner Aufnahme und Verehrung. In Frankreich aber tauchte nun eine neue Richtung in der Bearbeitung der botanischen Classification auf, nemlich das Streben nach der sogenannten natürlichen Methode, welche auch die allein wahre genannt zu werden verdient.

Der Erste, der die Principien, auf welche sich die natürliche Methode gründet, klar aussprach, war Michael Adanson (geb. zu Aix 1727). Ihm galt die gesammte äussere Erscheinung (*l'ensemble*) der Pflanzen, ihr Habitus als die Grundlage einer natürlichen Classification. Darum verglich er (in seinen *Familles des plantes* — 1763) alle Pflanzen, die ihm bekannt geworden waren, nach allen ihren Theilen, erforschte die Lage, Gestalt, Zahl, Grössenverhältnisse, Dauer und Consistenz dieser Theile, und indem er zugleich die geographische Verbreitung, die Standorte, die besondere Beschaffenheit der Säfte und Farbstoffe, so wie den Geschmack, Geruch und die Arzneikräfte der Pflanzen in den Kreis seiner vergleichenden Untersuchungen zog, bildete er daraus 58 Familien, die er nach ihren wechselseitigen Verwandtschaften (von den einfachsten Cryptogamen zu den Monocotyledonen und Dicotyledonen fortschreitend) aneinanderreichte. Auf diese Weise gelang es ihm, eine grössere Anzahl wahrhaft natürlicher Zusammenstellungen zu Stande zu bringen, als Linné. Doch vermisst man bei Adanson sowohl als bei Linné noch die Unterordnung ihrer Familien unter höhere Abtheilungen. Beide können desswegen nicht als Gründer eigentlicher natürlicher Systeme gelten. Der Ruhm, zuerst ein solches aufgestellt zu haben, gebührt Anton Lorenz von Jussieu (geb. 1748 zu Lyon, seit 1770 Professor der Botanik am Jardin du Roi und seit 1776 Vorsteher desselben). Er gab im Jahre 1789 seine *Genera plantarum secundum ordines naturales disposita* heraus, worin er auf classische Weise die von seinem Oheime Bernard von Jussieu (geb. 1699

zu Lyon, Aufseher des botanischen Gartens zu Trianon) aufgefundenen Principien einer natürlichen Methode im Einzelnen durchführte, und dadurch eine neue, wichtige Epoche der systematischen Botanik begründete. Jussieu geht (Einleitung zu den *Genera plantarum*) von dem Grundsatz aus, dass der Embryo, als das erste Rudiment der jungen Pflanze, der Haupttheil jedes Gewächses sei, zu dessen Bildung, Ernährung und Schutz alle übrigen Organe der Fruchterzeugung zusammenwirkten. Die Fortzeugung der Dinge sei aber die höchste Bestimmung und das erste Geschäft der Natur. Von dem Embryo, als dem wesentlichsten Theile des Saamens, seien daher die primären Eintheilungen der Pflanzen abzuleiten. Demnach sei die Haupteintheilung nach der Zahl der Theile des Embryo und der Art seiner Keimung eine dreifache: *Acotyledonen*, *Monocotyledonen* und *Dicotyledonen*. Die ersten Charactere der unteren Classen würden nun von den nach dem Embryo wichtigsten Theilen der Pflanze abgeleitet. Diese seien die Geschlechtsorgane. Die gegenseitige Stellung der Staubfäden und Pistille aber sei eine dreifache, woraus sich eine dreifache, wichtige Anheftung (Insertion) der Staubfäden ergebe, nemlich die *epigynische* (über dem Pistill), die *hypogynische* (unter dem Pistill) und die *perigynische* (auf dem Theile, der das Pistill umgibt, oder dem Kelche). Die *Acotyledonen*, kaum mit deutlichem Geschlechte und beobachteter Stellung der Staubfäden, könnten eben darum keinem classischen Character genügen, und blieben desswegen ungetheilt als erste Classe. Die *Monocotyledonen* schieden sich nach der dreifachen Anheftung der Staubgefäße in drei Abtheilungen. Die *Dicotyledonen*, der Zahl nach die meisten, würden (weil nach dem Embryo und der Anheftung der Staubgefäße die Krone den höchsten systematischen Werth hat) in die *Blumenblattlosen* (Blumenlosen, die entweder nur eine einfache Blüthenhülle — Kelch — oder gar keine

haben), Einblumenblättrigen und Vielblumenblättrigen eingetheilt. Die ersten trennten sich nach den epigynischen, hypogynischen und perigynischen Staubfäden in drei Classen. Auf gleiche Weise würden die Ein- und Vielblumenblättrigen nach der epi-, peri- und hypogynischen Anheftung der Staubfäden oder der dieselben tragenden Blumenkrone in drei Classen getheilt. Die Epigynie der Einblumenblättrigen sei aber noch zu trennen in Pflanzen mit getrennten und in Pflanzen mit zusammengewachsenen Antheren. In die letzte oder 15. Classe seien alle Dicotyledonen mit getrennten Geschlechtern zu vereinigen. Folgendes ist das Schema *) seiner Classen, unter welche er die 100 von ihm aufgestellten natürlichen Ordnungen oder Familien vertheilt hat:

1. Abtheil. Saamenlappenlose. *Acotyledones*. Class. I. *Acotyledones*.
2. Abtheil. Einsaamenlappige. *Monocotyledones*.
 - a) Staubgefäße unterweibig. *Stamina hypogyna*. „ II. *Monohypogynae*.
 - b) „ „ umweibig. „ *perigyna*. „ III. *Monoperigynae*.
 - c) „ „ oberweibig. „ *epigyna*. „ IV. *Monoëpigynae*.
3. Abtheil. Zweisamenlappige. *Dicotyledones*.
 - A. Blumenlose. *Apetalae*.
 - a) Staubgefäße oberweibig. *Stamina epigyna*. „ V. *Epistamineae*.
 - b) „ „ umweibig. „ *perigyna*. „ VI. *Peristamineae*.
 - c) „ „ unterweibig. „ *hypogyna*. „ VII. *Hypostamineae*.
 - B. Einblumenblättrige. *Monopetalae*.
 - a) Blume unterweibig. *Corolla hypogyna*. „ VIII. *Hypocorolleae*.
 - b) „ „ umweibig. „ *perigyna*. „ IX. *Pericorolleae*.
 - c) „ „ oberweibig. „ *epigyna*. *Epicorolleae*.
 - α) mit verwachsenen Staubbeuteln. *antheris connatis*. „ X. *Synantherae*.
 - β) mit getrennten Staubbeuteln. *antheris distinctis*. „ XI. *Chorisantherae*.
 - C. Vielblumenblättrige. *Polypetalae*.
 - a) Staubgefäße oberweibig. *Stamina epigyna*. „ XII. *Epipetaleae*.
 - b) „ „ unterweibig. „ *hypogyna*. „ XIII. *Hypopetaleae*.
 - c) „ „ umweibig. „ *perigyna*. „ XIV. *Peripetaleae*.
 - D. Getrenntgeschlechtige. „ XV. *Dictinae*.

*) Vergl. G. W. Bischoff's Handbuch der botanischen Terminologie und Systemkunde, 3. Bd., S. 1133 u. 1134.

So viele Vorzüge nun Jussieu's System in sich vereint, in Folge deren es sich auch einer allgemeinen Aufnahme erfreute und die Grundlage vieler nachfolgender Systeme wurde, so ist es dennoch nicht ohne Mängel. Denn abgesehen davon, dass die Anzahl der Cotyledonen bei manchen Gattungen nicht dem charakteristischen Merkmale der drei obersten Abtheilungen des Systems entspricht, indem z. B. die Gattung *Cuscuta* (mit Ausnahme von *Cuscuta monogyna*), einige Cacteen und sämtliche Orchideen ohne Cotyledonen und mehrere Pinusarten mit mehr als zwei Cotyledonen dennoch unter den Dicotyledonen stehen; so sind in vielen Fällen die Merkmale, welche von der Anheftung der Staubgefäße oder von den Blumenblättern hergenommen sind, nicht nur höchst schwierig zu erkennen, sondern auch an und für sich sehr unbestimmt. Jussieu selbst hat sich bisweilen Abweichungen von seinem Principe erlaubt. So stehen z. B. seine Familien: *Plantagines* und *Plumbagines*, wiewohl sie mit Kelch und Krone versehene Gattungen enthalten, dennoch in der siebenten Classe bei den blumenlosen Dicotyledonen. Diese und ähnliche Inconsequenzen hat Jussieu ohne Zweifel erkannt, glaubte aber wohl, sich dieselben desswegen erlauben zu dürfen, um gewaltsamen Trennungen von Natur aus verwandter Pflanzen zu entgehen.

Nachdem Jussieu's System erschienen war, bestrebten sich die Botaniker, dasselbe einer höheren Vollendung entgegenzuführen. Der Bedeutendste unter diesen ist Augustin Pyrame de Candolle (geb. 1778 zu Genf, studirte zu Paris, wurde Professor der Botanik und Director des botanischen Gartens zu Montpellier, kehrte 1816 nach seiner Vaterstadt zurück, trug Botanik an der dortigen Academie vor, übergab aber später, um ganz der Wissenschaft leben zu können, seinen botanischen Lehrstuhl und seine übrigen Amtsgeschäfte seinem Sohne Alphons de Candolle). Er gründete (vergl. *Théorie élémentaire de la Botanique*,

Paris 1813, zweite Ausgabe *Paris 1819*) die beiden obersten Abtheilungen seines Systemes auf den anatomischen Bau der Gewächse und unterscheidet hiernach Gefässpflanzen (*Plantae Vasculares*, d. i. mit Zellgewebe und Gefässen versehene) und Zellenpflanzen (*Pl. Cellulares*, d. i. ganz aus Zellgewebe bestehende). Die Abtheilung der Gefässpflanzen zerfällt nach der Art der Vertheilung der Gefässbündel im Stamme wieder in zwei Classen, in die Classe der Exogenen (die Gefässbündel sind hier concentrisch um das Parenchym in der Weise geordnet, dass die ältesten nach dem Centrum, die jüngsten nach der Peripherie zu liegen) und der Endogenen (die Gefässbündel sind hier in der Zellenmasse zerstreut und die gegen die Achse des Stammes hin liegenden, nach de Candolle's Ansicht, die jüngsten). Die Gefässpflanzen bezeichnet de Candolle als Cotyledoneen oder Saamenlappige, die Zellenpflanzen dagegen entsprechen den Acotyledoneen. Die Exogenen nimmt er als identisch mit den Dicotyledonen, die Endogenen dagegen als identisch mit den Monocotyledonen. Unter die auf solche Weise entstehenden drei Classen subsummirt er alsdann noch acht Unterclassen (*Subclasses*), deren Characteres theils der Blüthe, theils dem Gesamthabitus entnommen sind. In diese acht Unterclassen reiht er alsdann seine Familien (von ihm Ordnungen genannt) ein, deren Anzahl sich in seiner *Théorie élémentaire* vom Jahre 1819 auf 161 belief, später aber noch vermehrt wurde.

Folgendes ist das Schema der Classen und Unterclassen des de Candolle'schen *) Systems:

*) G. W. Bischoff's botanische Terminologie und Systemkunde, 3. Bd., S. 1138 u. 1139.

I. *Plantae Vasculares sive Cotyledoneae* (*Végétaux Vasculaires ou Cotylédons*).

Classis I. *Exogenae sive Dicotyledoneae* (*Exogènes ou Dicotylédons*).

A. Doppelte Blüthendecke.

Subclassis 1. *Thalamiflorae* (*Thalamiflores*),
mit getrennten, auf dem Fruchtboden
eingefügten Blumenblättern.

2. *Calyciflorae* (*Calyciflores*),
Blumenblätter getrennt oder verwach-
sen, immer perigynisch oder auf dem
Kelche eingefügt.

3. *Corolliflorae* (*Corolliflores*),
Blumenblätter verwachsen zu einer
unterweibigen oder nicht auf dem
Kelche befestigten Blume.

B. Einfache Blüthendecke.

Subclassis 4. *Monochlamydeae* (*Monochlamydées*).

Classis II. *Endogenae sive Monocotyledoneae* (*Endogènes ou Monocotylédons*).

Subclassis 1. *Phanerogamae* (*Phanérogames*),
deren Befruchtungsart sichtbar und
regelmässig ist.

2. *Cryptogamae* (*Cryptogames*),
deren Befruchtungsart verborgen, un-
bekannt oder unregelmässig ist.

II. *Plantae Cellulares sive Acotyledoneae* (*Végétaux Cellulaires ou Acotylédons*).

(Classis III.)

Subclassis 1. *Foliaceae* (*Foliacés*),
mit blattähnlichen Ausbreitungen und
bekannten Geschlechtern.

2. *Aphyllae* (*Aphylles*),
ohne wahrhaft blattartige Ausbreitun-
gen und bekannte Geschlechter.

Wiewohl dieses System durch seine auf festere Grundlagen gebauten Unterclassen dem Vorwurfe der Unbestimmtheit entgeht, der dem Systeme Jussieu's in Betreff des schwankenden Begriffes der epi- und perigynischen Insertion der Staubgefässe gemacht werden kann, und wiewohl es den scharfsinnigen Beobachtungen de Candolle's gelang, eine sehr grosse Anzahl wahrhaft natürlicher Familien zu bilden, so hat doch auch dieses System seine Fehler. Denn was die Eintheilung in *Exogenae* und *Endogenae* anbetrifft, so hat Hugo von Mohl *) durch seine Untersuchung des Baues und Wachsthumes des Stammes der Monocotyledonen nachgewiesen, dass dieselbe der Natur widerspricht, indem sich die jüngeren Gefässbündel sowohl bei den Monocotyledonen als Dicotyledonen stets nach Aussen um die älteren bilden. Durch dieses Resultat der Pflanzenanatomie in Verbindung mit dem früher über die Unbestimmtheit der Cotyledonenanzahl Bemerkten erweist sich demnach de Candolle's Streben, eine natürliche Eintheilung der Pflanzen auf die beiden Hauptfunctionen derselben, nemlich Wachstum und Wiedererzeugung, zu gründen, als falsch. Eine andere Unrichtigkeit dieses Systemes liegt in der Aufführung cryptogamischer Endogenen, die in der Natur gar nicht existiren, indem die cryptogamischen Pflanzen niemals einen keimeinschliessenden Saamen, demnach auch keinen Cotyledon aufzuweisen haben.

Nachdem auf diese Weise von französischen Botanikern der erste Anfang zu einer natürlichen Anordnung der Pflanzen gemacht war, verbreitete sich die neue Methode zunächst in Frankreich. Langsamer war die Verbreitung des natürlichen Systemes in England und Teutschland, wo man die Linné'sche Methode besonders lieb gewonnen hatte. Doch erklärte in England Robert Brown, der nach seiner

*) *De Palmarum structura, ex Martii opere „Genera et Species Palmarum“ inscripto. Monach. 1831.*

Rückkunft von einer Reise nach Neuhollland im Jahre 1805 seinen *Prodromus florae novae Hollandiae* herausgab, sich entschieden für die natürliche Methode, und auch in Teutschland haben sich im Verlaufe der Zeit viele ausgezeichnete Botaniker um die weitere Ausbildung und Durchführung der natürlichen Methode verdient gemacht, so namentlich Batsch (schon vor de Candolle), Oken, Reichenbach, Schweigger, Schultz, Bartling, Perleb, Rudolphi, Martius, Unger, Endlicher u. A.

Wahrscheinlich zu Ende des 16. Jahrhunderts war das Mikroskop erfunden worden, und nun wurden bald mit demselben wichtige Entdeckungen in der Anatomie und Physiologie der Pflanzen gemacht. Als Begründer der Pflanzenanatomie gelten der Italiener Malpighi und der Engländer Grew. Ersterer (geb. 1628) war Professor der Anatomie und Physik zu Bologna, später Leibarzt des Papstes Innocenz XII. und machte sich durch viele wichtige Entdeckungen in der Anatomie und Physiologie der Thiere und Pflanzen berühmt; letzterer (geb. gegen 1628) lebte als practischer Arzt in seiner Vaterstadt Coventry und beschäftigte sich vorzüglich mit der Pflanzenphysiologie. Im Jahre 1682 erschien zu London seine Anatomie der Pflanzen mit 83 Kupfertafeln, auch soll er der Erste gewesen sein, der dem Blüthenstaube eine befruchtende Kraft zuschrieb. Im Laufe des 18. Jahrhunderts machte die Anatomie der Pflanzen keine Fortschritte, seit dem 19. Jahrhunderte aber wurde sie von Moldenhawer, Rudolphi, Link, Amici, Mirbel, Treviranus, Mohl, Meyen, Schleiden u. A. mit grossem Eifer und Erfolg bearbeitet.

Nachdem schon Joachim Jung, Linné und besonders Caspar Friedrich Wolff die Umbildung der blattartigen Organe der Pflanzen erkannt, aber nur fragmentarisch ausgesprochen hatten, so erschien 1790 zu Gotha (1831 in Stuttgart) Wolfgang von Göthe's Versuch über die Metamorphose der Pflanze, wodurch eine neue,

auf treue Naturanschauung begründete Ansicht von der Entwicklung und Verwandtschaft der äusseren Pflanzentheile eröffnet wurde, die später Ernst Meyer (*Linnaea*, Bd. 7, 1832) weiter verfolgte und auch auf Stamm und Wurzel ausdehnte.

Alexander von Humboldt wurde der erste eigentliche Begründer der neueren Pflanzengeographie, wozu ihm seine grossen Reisen in Europa, Asien und America einen reichen Vorrath von Erfahrungen boten. Später setzte Joakim Frederik Schouw, Professor der Botanik zu Kopenhagen, in einem umfassenden Werke die Grundsätze einer wissenschaftlichen Behandlung dieses Gegenstandes fest. Die Gesetze der Blattstellung wurden, nachdem schon Grew und Bonnet sich mit derartigen Untersuchungen beschäftigt hatten, in neuerer Zeit von Carl Schimper und Alexander Braun entdeckt *) und von den Franzosen L. und A. Bravais **) durch Anwendung der descriptiven Geometrie weiter verfolgt.

*) Alex. Braun, vergleichende Untersuchung über die Ordnung der Schuppen an den Tannenzapfen u. s. w. *Nov. Act. Acad. C. L. N. C. T. XIV. Vol. I. p. 195—402.* Dr. Carl Schimper, Vorträge über die Möglichkeit eines wissenschaftlichen Verständnisses der Blattstellung u. s. w. von Alex. Braun; Flora Jahrgang XVIII. Nr. 10. 11. 12. (1835).

**) L. et A. Bravais, *Mémoires sur la disposition géométrique des feuilles et des inflorescences, précédés d'un résumé des travaux des MM. Schimper et Braun sur le même sujet par Ch. Martius et A. Bravais, Paris 1838*; deutsch von Walpers, Breslau 1839.

B. Thierreich.

Das Thierreich steht als zweites grosses Naturreich in der aufsteigenden Reihe der organischen Wesen scharf-
geschieden und übergangslos *) dem Pflanzenreiche gegen-

*) Mehrere tüchtige Forscher im Bereiche der niedersten Organismen haben jedoch in der neuesten Zeit die Behauptung aufgestellt, es finde ein wirklicher, von ihnen beobachteter Uebergang von Thieren in Pflanzen und zwar im Besonderen von Infusorien in Algen statt. So machten z. B. Kützing an *Ulothrix zonata* (einer Alge), Thuret und Fresenius an *Chaetophora* (ebenfalls einer Alge) die Beobachtung, dass die aus dem Zusammenhange mit der Pflanze gelösten Fortpflanzungszellen (Sporenzellen) sich vollkommen infusorienartig umherbewegten, dann aber, nachdem sie zur Ruhe gekommen, anfangen zu keimen und wieder zur Alge wurden. Diese und ähnliche Beobachtungen scheinen zwar für den angegebenen Uebergang zu sprechen, allein es ist hierbei wohl zu beherzigen, was G. Fresenius (Zur Controverse über die Verwandlung von Infusorien in Algen, Frankfurt 1847) bemerkt: „Wo Ursprung und Ziel offenbar vegetabilisch sind, der scheinbar-thierische, weil infusorienartige Bewegung zeigende, Zwischenzustand aber der thierischen Organisation ermangelt, da sollten wir in Annahme von Animalität vorsichtig sein, am wenigsten aber grossartigen Hypothesen, wie etwa, dass die Pflanzenwelt die Gebärmutter der Thierwelt sei, Spielraum geben; wir kommen dann wieder auf das trostlose Capitel vom Urmeer, wie es, keimchwanger, zuletzt selbst Menschenembryone an's Gestade setzt! Dem Naturforscher ziemt aber ernste nüchterne Forschung, und er darf seine genialen Phantasiegebilde nicht bis zu dem Grade lieb gewinnen, dass er sie für reelle Thatsachen hält.“ — Wer sich näher über diesen interessanten Gegenstand unterrichten will, den verweisen wir auf folgende Schriften: Unger, die Pflanze im Momente der Thierwerdung, 1843. Kützing, über die Verwandlung der Infusorien in niedere Algenformen, 1844; *Phycologia germanica*,

über. Zwar scheinen die niedersten Gebilde beider Reiche vielfach in einander zu verfließen, allein genauere Beobachtungen haben zum Theil schon gelehrt und werden gewiss für die Zukunft immer entschiedener darthun, dass die unvollkommensten Organismen nicht veränderlich zwischen Thier- und Pflanzen-Natur schwanken, sondern dass zwischen dem Thier- und Pflanzen-Reiche eine feste Grenze besteht. So schwankend und unstet übrigens diese Grenzlinie bei den niedersten Thieren erscheint, ebenso entschieden offenbart sich der auf Empfindung und willkürliche Bewegung gegründete Unterschied bei den höheren Thierformen.

Im Gegensatze zu der Pflanze spricht sich in dem Thiere eine gewisse Freiheit und Selbstständigkeit aus. Das Thier ist nicht mehr, wie die Pflanze, mit der Erde organisch verbunden, nur mechanisch zeigt es sich noch (wie bei den meisten Polypen und vielen Weichthieren) an den Boden gefesselt. Weil auf organische Nahrung angewiesen, die sich selten an Einem Platze in hinreichender Menge findet, mussten diese tellurischen Fesseln gelöst, und die Thiere, um suchend und wählend ihre Nahrung zu finden, mit Bewegung und den dazu erforderlichen Organen ausgerüstet werden. Diese Organe bedurften aber einer in der Auswahl der Bedürfnisse des Thieres sie leitenden Kraft, damit nur passende Nahrung und diese mit Erfolg erstrebt würde. Dazu war eine geistige Kraft, eine Seele nöthig, die in dem Thiere sich als Instinct offenbart, und es nicht bloß treibt und stachelt, für seine individuelle Selbsterhaltung und die Erhaltung seiner Art thätig zu sein, sondern es auch unmittelbar über die richtigen Mittel zur vollkommenen Erreichung dieses Zweckes belehrt.

1844, pag. 4 u. f.; *Phycologia generalis*, 1843, pag. 251—52.

v. Siebold, *de finibus inter regnum animale et vegetabile constituendis*, 1844.

Diese Mannigfaltigkeit psychischer und somatischer Thätigkeiten erfordert nun auch eine grössere Mannigfaltigkeit der Organe und Formen, als im Pflanzenreiche. Der Bau des Thieres ist desswegen complicirter, als jener der Pflanzen. Umgekehrt bringt uns auch die Fülle dieser das Innere gleichsam aufschliessenden Organe eine neue Welt von Trieben, Temperamenten und Characteren zum Bewusstsein. Mit wie mannigfachen Instrumenten sind nicht die Thiere ausgerüstet! Da finden sich Meisel, Sägen, Zangen, Scheeren, Hacken u. s. w., Alles auf das Schönste und Zweckmässigste gearbeitet. Wie mannigfaltig ist nicht der Gebrauch dieser Apparate! bald zur Vertheidigung, bald zum Angriff, bald zum Bau der Wohnung, bald zur Herbeischaffung der passenden Nahrung. Manche Thiere entbehren dieser kunstvollen Angriffs- und Vertheidigungswaffen, oder sie gebrauchen sie wenigstens nicht zu so kriegerischem Zwecke, sie sind schwach, scheu, fast Mitleid erregend; andere sind kühn, kräftig, blutdürstig, mit den stärksten Waffen versehen, die sie mit besonderer Kunstfertigkeit zu gebrauchen wissen. Welche Mannigfaltigkeit herrscht in den äusseren Begrenzungen und Formen der Thiere! Die Scheiben und Sterne der Medusen erinnern an crystallinische Gebilde, die Stämme, Aeste und Zweige der Corallen ahmen vegetabilische Formen nach, bis dann in den höheren Thierclassen die starre Regelmässigkeit sich zu schwungvollen Curven veredelt. (Vergl. Perty allgem. Naturgeschichte.)

1) Chemische Bestandtheile der Thiere.

Die Art und Weise, wie im Thier- und Pflanzen-Reiche aus der aufgenommenen und verarbeiteten Nahrung die chemischen Substanzen des Thier- und Pflanzen-Leibes sich bilden, ist uns unbekannt. Wir können sie zwar zerlegen, aber nur sehr wenige durch Verbindung ihrer Grund-

stoffe wieder darstellen. Denn es bilden sich jene Substanzen unter dem Einflusse der Lebenskraft, die aus den Nahrungstoffen eine Menge chemischer Combinationen zu erzeugen vermag, von denen man im Mineralreiche nichts weiss.

Die Hauptbestandtheile des Thier- und Pflanzen-Leibes sind: **Kohlenstoff**, **Wasserstoff** und **Sauerstoff**, wozu sich noch der **Stickstoff** gesellt, der zwar im Ganzen bei den Thieren in grösserem Verhältnisse zu den anderen Stoffen vorkommt, als bei den Pflanzen, diesen jedoch keineswegs fehlt, indem z. B. die Cruciferen und Pilze ihn sogar in grösserer Menge enthalten. Das **Wasser** bildet in den meisten Thieren die Hauptmasse, oft $\frac{3}{4}$ des Ganzen. **Kohlenstoff**, **Sauerstoff**, **Kalkerde** herrschen in den festen Theilen vor; **Phosphor** findet sich vorzüglich in den Knochen, **Schwefel** im Eiweiss und **Eisen** besonders im Cruor des Blutes. **Kali** findet man, jedoch nur mit Säuren verbunden, als salz- oder schwefelsaures Kali, in verschiedenen Theilen des thierischen Körpers.

Die im Pflanzenreiche so zahlreichen und für einzelne Abtheilungen so charakteristischen eigenthümlichen Bestandtheile (z. B. das Aroma der Blüthen sehr vieler Synanthereen) finden sich bei den Thieren weit seltener, und auch dann oft nur auf einzelne Species und Organe beschränkt, z. B. der **Moschus** in dem Moschusbeutel des männlichen Bisamthieres.

2) Uebersicht der Organe und deren Verrichtungen im Thierleibe *).

(Vergleichende Anatomie und Physiologie.)

Den hohen Werth der vergleichenden Anatomie für die Naturgeschichte hatte man zwar längst erkannt; denn der

*) Bei Ausarbeitung dieses Abschnittes wurde mehrfach benutzt:

R. Wagner's Lehrbuch der Zootomie, erster Theil, Anatomie

grosse Leibnitz schon nannte sie die Seele der ganzen Zoologie; allein Blumenbach war es, der zuerst ein Handbuch über die gesammte vergleichende Anatomie verfasste. Cuvier wurde später der Gründer eines Systemes der vergleichenden Anatomie, und bemühte sich, die Classification der Thiere einzig auf ihren anatomischen Bau zurückzuführen. Seitdem widmen sich die Zoologen mit besonderem Eifer einer gründlichen Erforschung des inneren organischen Baues der Thiere. Das früher herrschend gewesene Vorurtheil, das Thier als eine bloße Maschine zu betrachten, musste weichen und an seine Stelle trat das Streben, an der Hand der vergleichenden Anatomie die Gesetze zu erforschen, nach denen der Leib des Thieres in seinen einzelnen Theilen sich gestaltet, und gewisse Grundformen zu entdecken, auf welche alle, auch die verschiedensten Thiergestalten sich zurückführen lassen.

Wegen dieser Bedeutung der vergleichenden Anatomie für die Zoologie soll auch hier in gedrängter Kürze eine Uebersicht der thierischen Organisation gegeben werden.

In allen Körperwesen liegt das Streben, sich in ihrem Bestande zu behaupten. In den unorganischen Körpern prägt sich dieses Streben als Undurchdringlichkeit und Cohärenz, in den Organismen als Ernährung und Fortpflanzung aus. Das Pflanzenleben ist auf diese beiden Functionen der Ernährung und Fortpflanzung beschränkt, darum besitzen diese Naturkörper auch nur Ernährungs- und Fortpflanzungs- Organe. Der Thierleib dagegen, von einem empfindenden und wollenden Principe belebt, bedarf der Organe als Träger dieser Empfindungen, und hat demnach Werkzeuge nöthig, an welchen der Wille durch die Be-

der Wirbelthiere, Leipzig 1843; zweiter Theil, Anatomie der wirbellosen Thiere, von Frey und Leuckart, Leipzig 1847. Ferner R. Wagner's vortreffliche *Icones Zootomicae*, Leipzig 1841.

wegung sich thätig erweist. Die Organe der Ernährung und Fortpflanzung hat das Thier mit der Pflanze gemein; durch die Organe des Empfindens, des Wollens und der Bewegung aber unterscheidet es sich wesentlich von der Pflanze. Diese letzteren Organe hat man nun als dem Thiere ausschliesslich zukommend, die animalen, die Organe der Ernährung und Fortpflanzung dagegen, auf welche die Pflanze beschränkt ist, die vegetativen genannt. Nach diesen beiden Abtheilungen soll nun im Folgenden der Gesamtorganismus des Thieres kurz geschildert werden.

a) *Vegetative Organe.*

Die vegetativen Organe theilen sich in den Ernährungs- und in den Fortpflanzungs-Apparat. Der Ernährungsapparat schliesst die Organe der Verdauung und Athmung und die Blutgefässe, der Fortpflanzungsapparat die Geschlechtsorgane in sich.

a) *Ernährungsapparat.*

Das gesammte Verdauungssystem stellt im Allgemeinen einen mit dem Munde beginnenden und mit dem After endigenden, bald enger, bald weiter werdenden häutigen Canal oder Schlauch dar, den alle von Aussen aufgenommene Nahrung durchwandert und auf diesem Wege die verarbeiteten, nährenden Stoffe absetzt, worauf dann das Unnützgewordene durch den After ausgeschieden wird. Die Mundöffnung ist zum Oeffnen und Schliessen mit kreisförmigen Muskeln umgeben. Sollen feste Nahrungsstoffe aufgenommen werden, so sind Kinnladen und Zähne zur mechanischen Zerkleinerung dieser Stoffe vorhanden; sollen dagegen blos Flüssigkeiten genossen werden, so fehlen die Zähne und der Mund ist zu einem Saugrüssel gestaltet.

Die Rachenhöhle als erste Erweiterung des Nahrungscanals ist der Ort, wo die aufgenommene Nahrung

von dem hier sich absondernden Speichel befeuchtet und durchdrungen und der Assimilationsprocess schon vorbereitet wird. Darauf verengert sich der Nahrungscanal wieder zum Schlunde und noch mehr zur Speiseröhre, worauf bei manchen Thieren (wie bei vielen Vögeln) eine nochmalige Erweiterung zum Kropfe oder Vormagen erfolgt, bevor der Speisecanal sich zum eigentlichen Magen erweitert. Dieser bietet nach Gestalt und Consistenz die grösste Mannigfaltigkeit dar und ist der Ort, wo die Nahrungsstoffe völlig zu einem Brei (Speisebrei, *chymus*) aufgelöst werden. Im Baue des Magens stimmen die meisten Säugethiere mit dem Menschen überein. Die Wiederkäuer besitzen jedoch einen vierfachen Magen, wovon die erste Abtheilung (Pansen, *rumen*, *ingluvies*) die grösste ist. Daran schliesst sich eine zweite, nur einen Anhang zum Pansen darstellende Magenabtheilung, der Netzmagen oder die Haube (*reticulum*), an, welche im Inneren durch sehr regelmässig sechseckige Hautzellen ausgezeichnet ist. Der dritte Magen, Blättermagen oder Psalter (*omasus*) genannt, ist gleichfalls von geringem Umfange und erhält durch die blätterförmigen Falten, welche die innere Haut in der Magenhöhle bildet, ein eigenthümliches Aussehen. Der vierte Magen endlich, in seinem Inneren wie der Magen der übrigen Säugethiere gebaut, heisst der Labmagen (*abomasus*). Das gekaute Futter gelangt zuerst in den Pansen und von hier portionenweis in die Haube, wo es erweicht wird, und alsdann durch eine eigenthümliche Bewegung wieder in den Mund zurückkehrt. Hier wird es nun wiedergekaut, gelangt dann durch die sogenannte Schlundrinne unmittelbar in den dritten oder Blättermagen und von hier in den vierten, eigentlichen Verdauungsmagen. Bei den Vögeln findet sich häufig am Ende der Speiseröhre, unmittelbar am Magenmunde, der sogenannte Vor- oder Drüsenmagen, worauf erst der eigentliche Fleisch- oder Muskelmagen folgt. Dieser findet sich im Allgemeinen bei den körnerfressenden

Vögeln sehr musculös entwickelt, bei den fleisch- und insectenfressenden dagegen stellt er sich meist mehr als ein häutiger Schlauch dar. Der Magen der Amphibien hat in der Regel eine sehr längliche Gestalt und erscheint oft nur als eine schwache Anschwellung des Darmcanales. Bei manchen Fischen erstreckt sich der Darmcanal ohne alle Windungen und ohne Andeutung eines Magens durch den ganzen Leib, bei anderen findet sich ein häutiger, wieder bei anderen selbst ein fleischiger Magen. Grosse Mannigfaltigkeit in Form und Consistenz zeigt der Magen bei den verschiedenen Abtheilungen der wirbellosen Thiere. An den Magen schliessen sich die Därme (bei den höheren Thieren zuerst der Dünndarm, dann der Dickdarm) an. In dem oberen Theile des Dünndarmes (dem sogenannten Zwölffingerdarm) beginnt durch die Vermittelung der von der Leber abgesonderten Galle und des Bauchspeichels (eines Secretes der Bauchspeicheldrüse oder *pancreas*) die Scheidung des Speisebreies in den Speisesaft (*chylus*) und Koth und vollendet sich in dem eigentlichen Dünndarme, wo der rein ausgeschiedene Speise- oder Milchsaft von Saugadern aufgesogen, der Koth aber durch den Dick- und Mast-Darm vom After ausgestossen wird. Der Milchsaft, wie er aus den Därmen von den Saugadern (den Milch- oder Lymph-Gefässen) aufgesogen wird, ist noch nicht unmittelbar zur Ernährung tauglich, sondern er muss erst in das Blut aufgenommen und selbst zu Blut umgebildet werden. Dies geschieht durch das System der Lymphgefässe. Die Saugadern der Gedärme vereinigen sich nemlich zu Stämmchen, verästeln sich dann wieder und verschlingen sich knäueelförmig nach allen Richtungen, um auf diese Weise die Lymph- oder Gekrös-Drüsen zu bilden. Aus diesen Drüsen laufen wieder Aeste aus, die sich zu Stämmchen vereinigen und ihren Inhalt (eine milchweisse Flüssigkeit von eigenthümlichem Geruche und etwas scharfem Geschmacke) endlich in den Milchbrust-

gang abgeben. Aus diesem gelangt der Chylus durch die Schlüsselbeinvene mit dem Blute vermischt zum Herzen und zur Lunge und wird hier zu gutem, arteriellem Blute.

Aber auch das Blut, dieser eigentliche unmittelbare Nahrungsstoff des Leibes, der aus zwei Theilen besteht, einer klaren durchsichtigen Flüssigkeit, dem sogenannten Blutwasser — *serum* — und aus unzähligen darin schwimmenden Körperchen, den Blutkügelchen oder Blutbläschen, bedarf, weil es auf seinem beständigen Kreisläufe durch alle Körpertheile die in ihm enthaltenen nährenden Stoffe verliert, einer Regeneration, die in der Lunge durch Ausscheidung des überflüssigen Kohlenstoffes aus dem Blute und Zuführung von Sauerstoff aus der atmosphärischen Luft vor sich geht.

Die Luftröhre, welche im Rachen des Mundes mit dem Kehlkopfe beginnt, setzt die Lunge in Verbindung mit der äusseren atmosphärischen Luft. In der Nähe der Lunge theilt sich die vorher einfache Luftröhre in zwei Aeste (Bronchien) für die beiden Lungenflügel. Diese Aeste spalten sich dann in eine Menge kleiner Zweige, die endlich in zahllose, kleinere, höchst dünnhäutige Bläschen (die Lungenbläschen) sich endigen, in deren Wänden höchst feine Blutgefässe netzförmig vertheilt sind. Auf diese Weise kommt hier das Blut mit der atmosphärischen Luft in eine allseitige, innige Berührung, wodurch der zwischen den Lungenbläschen und Blutgefässen stattfindende Austausch gasförmiger und flüssiger Substanzen sehr begünstigt wird.

Die Function, welche bei den Landthieren die Lungen haben, üben bei den Wasserthieren die Kiemen aus. Diese bestehen aus Reihen von Blättchen, die an Knochenbogen (Kiemenbogen genannt) befestigt sind. Auf diesen Kiemenblättchen verzweigen sich in grosser Menge sehr feine Blutgefässe. Indem nun z. B. der Fisch mit dem Maule Wasser einschluckt und es durch die Kiemenöffnungen wieder ausstösst, kommt die im Wasser befindliche Luft mit

jenen feinen Blutgefäßen in Berührung und bewirkt so (wie in den Lungen warmblütiger Thiere) die Erneuerung des Blutes. Von den Amphibien athmen manche (z. B. die Gattung *Proteus* und *Siren*) stets durch Lungen und Kiemen zugleich, andere besitzen im Larvenzustande eine Kiemenrespiration, welche im vollkommen entwickelten Zustande sich in eine Lungenrespiration verwandelt, z. B. die Frösche.

Bei den Insecten stellen die Athmungsorgane eine Verbindung elastischer, mit Luft gefüllter Röhren (Lufröhren oder Tracheen) dar, welche im ganzen Körper sich verzweigen und durch Spaltöffnungen der Haut (Athemlöcher, *stigmata*) die Communication der atmosphärischen Luft mit dem Blute vermitteln.

Das Blutgefäßssystem besteht aus zwei Theilen, nemlich aus einem Centraltheile, dem Herzen, und aus einem peripherischen Theile, den Capillar- oder Haar-Gefäßen. Beide Theile sind durch vielfach verästelte Gefäße mit einander verbunden. Jene Gefäße, welche das zur Nahrung des ganzen Körpers dienliche Blut von dem Herzen nach allen Körpertheilen leiten, heissen Arterien, jene dagegen, die es deteriorirt zum Herzen zurückführen, werden Venen genannt.

Bei den mit einem Knochenskelete versehenen Thieren (den sogenannten Wirbelthieren) hat das Herz die bekannte Gestalt, ist dick, fleischig und führt stets rothes Blut; bei den niederen Thieren dagegen nimmt es eine höchst abweichende Gestalt an und führt kein eigentliches Blut, sondern nur einen mehr oder weniger gefärbten Saft. Den Würmern geht dieses Organ sogar völlig ab.

Das Herz der Säugethiere so wie jenes der Vögel besteht aus zwei Vorkammern (*atria*) und zwei eigentlichen Herzkammern (*ventriculi*), das Herz der Fische hat nur eine Kammer und eine Vorkammer. Bei den Amphibien besitzen jene, welche während ihres ganzen Lebens durch Lungen und Kiemen zugleich athmen, ein Herz,

welches aus einer einfachen Herzkammer und zwei Vorkammern oder Vorhöfen besteht. Die Batrachier (d. i. Frösche, Kröten, Salamander und Proteus) haben als Larven ein nur aus einer einfachen Kammer und Vorkammer bestehendes Herz, wozu sich aber im vollkommen entwickelten Zustande noch eine Vorkammer hinzuentwickelt. Vollkommener ist das Herz bei den schuppentragenden Amphibien, am vollkommensten aber bei den Crocodilen gebildet, deren Herz dem der höheren Thiere im Wesentlichen gleicht.

Das Herz der Insecten (das sogenannte Rückengefäss) stellt eine Röhre dar, welche unmittelbar unter der äusseren Bedeckung des Rückens sich fast durch die ganze Länge des Thieres hin erstreckt.

Der Hergang der Blutcirculation ist bei den höheren Thieren in Kurzem folgender: Das in den Lungen frisch oxydirte Blut wird von den feinsten Verzweigungen der Lungenvenen aufgesogen und in die linke Herzvorkammer (*atrium sinistrum*) geleitet, von hier gelangt es in die entsprechende linke Herzkammer (*ventriculus sinister sive aorticus*), wo die grosse Schlagader (*aorta*) ihren Anfang nimmt, welche das Blut nun durch vielfache Aeste und Zweige (Arterien) im ganzen Körper vertheilt. Hat sich alsdann auf diese Weise das arterielle Blut in allen Theilen des Körpers verbreitet und diesen den nothwendigen Nahrungsstoff zugeführt, so tritt es aus den Arterien unmittelbar in die Venen über, wie man dies deutlich unter dem Mikroskope in den Kiemen der Fische und in der Schwimmhaut und dem Gekröse der Frösche beobachtet hat. Die Venen aus allen Körpertheilen vereinigen sich zuletzt in einen oder in mehrere grosse Stämme (die Hohladern), durch welche das Blut nun in den rechten Vorhof und von hier durch eine Klappe in die rechte Herzkammer gelangt. Diesen Kreislauf des Blutes nennt man den grossen (*circulus sanguinis major*). Der kleine Kreislauf (*circulus sanguinis minor*) nimmt seinen Anfang in der rechten Herzkammer,

aus welcher das hier angelangte Blut durch die Lungenarterien den Lungen zugeführt und von hier regenerirt durch die Lungenvenen in die linke Vorkammer des Herzens zurückgeleitet wird, von wo dann der grosse Kreislauf auf's Neue seinen Anfang nimmt.

Ein auf die so eben beschriebene Weise in sich abgeschlossenes Gefässsystem kommt den meisten Thieren zu. Die Insecten machen jedoch hiervon eine Ausnahme. Denn das Rückengefäss (welches das Herz der Insecten darstellt) treibt nach Frey und Leuckart — Lehrbuch der Anatomie der wirbellosen Thiere, S. 79 — „durch seine rhythmischen, an dem hinteren Ende beginnenden Contractionen das Blut aus einer vorderen freien Oeffnung in die Höhle des Kopfes. Von hier strömt es ganz frei rückwärts, umspült alle inneren Theile, ohne eine Capillarverzweigung zu bilden und durchaus ohne Wandungen *). Zuletzt sammelt sich alles Blut in zwei nach hinten laufende Ströme und tritt aus diesen jederseits durch besondere seitliche Oeffnungen in das Herz zurück.“ Das Gleiche findet nach Milne Edwards **) bei den Weichthieren (Mollusken) statt. Das Blut wird hier vom Herzen aus durch die Arterien in alle Theile des Körpers getrieben, tritt aber aus den feinen Aesten derselben nicht in unmittelbar communi-

*) Bowerbank (*Entomolog. Mag. Vol. I. 1833. p. 239*) und Newport glauben, nach zahlreichen mit äusserst starken Vergrösserungen angestellten Untersuchungen über die Circulation bei den Insecten, annehmen zu müssen, dass auch hier das Blut wahrscheinlich überall von besonderen Gefässen eingeschlossen kreise. (Anmerk. der Verfasser des Lehrbuches der Anatomie der wirbellosen Thiere l. c.)

**) *De l'appareil circulatoire du Pouple* in den *Annal. des scienc. nat.* 1845. III. p. 341 ff. und ebendasselbst p. 302. Ferner: *Nouvelles observat. sur la constitut. de l'appareil circulatoire chez les Mollusques* par Milne Edwards et Valenciennes l. c. p. 308.

cirende Venen über, sondern ergießt sich in die Leibeshöhle und erfüllt hier alle Zwischenräume der Muskeln und Eingeweide, so dass diese letzteren förmlich im Blute schwimmen. Durch die beständigen Bewegungen und Zusammenziehungen des Körpers wird das Blut nun in die Kiemen oder Lungengefäße getrieben, welche durch offene Mündungen mit der Leibeshöhle communiciren, und durch diese in den Kiemen oder Lungen umher und dann wieder in das Herz geleitet.

β) Fortpflanzungsapparat.

Den Haupttheil der weiblichen Sexualorgane bildet der Eierstock mit den Eiern. Bei den Säugethieren ist der Eierstock ein rundlicher Körper, in welchem die mit unbewaffnetem Auge kaum sichtbaren Eichen liegen. Diese gelangen nach der Befruchtung durch die Eileiter (Fallopischen Röhren), welche sich nach den Eierstöcken hin mit einer gefransten, trompetenförmigen Oeffnung münden, in den Uterus, wo sie sich weiter entwickeln. Hat der Embryo hier seine vollkommene Ausbildung erreicht, so zieht sich der Uterus zusammen, die Eihäute zerreißen und das junge Thier wird geboren (Lebendiggebären, wie es bei den Säugethieren stattfindet). Die meisten übrigen Thiere sind eierlegend, d. h. der Embryo bedarf nach seiner Trennung vom mütterlichen Leibe noch einer gewissen Zeit, um unter dem Einflusse der Wärme zum ausgebildeten Fötus heranzureifen. Nur ausnahmsweise verweilt bei einigen Vögeln, Amphibien und Fischen das Ei bis zur Reife des Embryo im Inneren, so dass sie in diesem Falle auch lebendiggebärend sind, z. B. die Viper (*Vipera* [= *vivipara*] *Berus*), die Aalmutter (*Blennius viviparus*), ein in der Nord- und Ostsee lebender Fisch.

Die Vögel besitzen einen kleinen, traubenförmigen Eierstock, an dem die Dotter in zahlreicher Menge wie gestielte Beeren hervorwachsen. Die gereiften Dotterkugeln

lösen sich ab, gelangen durch eine trichterförmige Röhre in den Eiergang, wo sie den Eiweissüberzug und die Kalkschale erhalten und kommen darauf als Eier durch die Cloake (so nennt man bei den Vögeln und einigen Säugethieren die letzte blasenförmige Erweiterung des Darmschlauches vor dem After) an das Tageslicht.

Bei den Insecten sind die Eierstöcke von der mannigfaltigsten Gestalt, lassen sich jedoch alle auf die Grundform länglicher, blind endigender Schläuche zurückführen, welche die perlschnurartig aneinandergereihten Eierkeime einschliessen und sich nach hinten zu einem gemeinschaftlichen, weiten, nach Aussen mündenden Eiergange vereinigen.

Bei der Anordnung der männlichen Sexualorgane entsprechen die Hoden oder Testikel dem Eierstocke der weiblichen Organe. Sie sondern das Sperma ab, das sich in den Saamenbläschen sammelt und darin aufbewahrt wird. Das Sperma, eine starkriechende, schleimige Flüssigkeit, enthält die sogenannten Saamenthierchen (*spermatozoa*), welche bezüglich ihrer Gestalt im Allgemeinen darin mit einander übereinkommen, dass sie aus einem rundlichen knopfförmigen Theile mit daran sich anschliessendem langem dünnem Schwanze bestehen. Die Ruthe, vorzüglich den Säugethieren eigen, bildet den Abzugscanal des Sperma's.

Bei vielen der niedersten Thierformen hat man noch keine Sexualorgane entdeckt, sondern nur eine Vermehrung durch Theilung und Knospenbildung wahrgenommen, z. B. bei vielen Infusorien und Polypen.

b) *Animale Organe.*

Zu den animalen Organen gehört das Nervensystem (mit den Sinneswerkzeugen), welches die Organe des Empfindens und Wollens umfasst, und das Knochen- und

Muskelsystem, welche die Organe der Bewegung in sich schliessen.

aa) *Nervensystem mit den Sinnesorganen.*

Das Nervensystem ist der Träger der Seele, das Werkzeug, wodurch die Seele auf den Leib wirkt. Es zerfällt in das animalische oder willkührliche (Cerebrospinalnervensystem) und in das organische oder Gangliensystem (System des *nervus sympathicus*). Das Cerebrospinalnervensystem besteht wieder aus den Central- und aus den peripherischen Theilen. Die Centraltheile werden bei den höheren Thieren von dem grossen und kleinen Gehirn und vom Rückenmarke gebildet, den peripherischen Theil stellen die mit den Centralorganen in Verbindung stehenden Nerven dar.

Bei den mit einem Knochenskelet versehenen Thieren hat das Hirn seinen Sitz in der Schädelhöhle, das Rückenmark in der aus den Rückenwirbeln gebildeten Rückenmarkröhre, welche durch eine Oeffnung des Hinterhauptes mit der Schädelhöhle communicirt und das Gehirn mit dem Rückenmarke in Verbindung setzt. Von den beiden Gehirnthteilen liegt das grosse Gehirn in dem vorderen, oberen Theile der Schädelhöhle, das kleine dagegen in dem hinteren und unteren Theile derselben. Sowohl das grosse, als das kleine Gehirn theilt sich wieder in zwei Hälften (die rechte und linke Hemisphäre). Ausser den Schädelknochen dienen noch drei Häute zur Bedeckung und zum Schutze des Gehirnes und Rückenmarkes, wovon die äusserste die harte Hirnhaut (*dura mater*), die zweite sehr zarte die Spinnwebenhaut (*arachnoidea*) und die dritte, das Gehirn und Rückenmark unmittelbar überziehende, die Gefässhaut (*pia mater*) heisst. Die Hirnsubstanz, in deren inneren Höhlen wahrscheinlich sehr wichtige Functionen vor sich gehen, besteht aus einem weichen, fast breiartigen Gewebe,

woran man die äussere graue Substanz, die Marksubstanz und ausserdem noch die schwarze Substanz unterscheidet.

Die Nerven, welche den peripherischen Theil des Nervensystemes bilden, stellen weiche, feine, weisse Stränge oder Fäden dar, welche von gefässreichen Hüllen, den Nervenscheiden (*neurilemata*), umgeben sind. Sie entspringen theils aus dem Gehirne, theils aus dem Rückenmarke und verbreiten sich in Begleitung der Arterien in alle Organe des Körpers, wo sie theils ausschliesslich die an besondere Apparate geknüpften specifischen Sinnesempfindungen (als: Sehen, Hören, Schmecken, Riechen), theils nur Tast- oder Schmerzwahrnehmungen, theils endlich nur die willkührliche Bewegung vermitteln. Diesen drei von einander wesentlich verschiedenen Functionen zufolge theilt man die peripherischen Nerven in die sinnesempfindenden, sensuellen (Sinnesnerven), in die fühlenden oder sensiblen und in die bewegenden oder motorischen. Das Gangliensystem, die zweite Form des Nervensystemes, zeichnet sich durch die stellenweise Anschwellung (Nervenknoten, Ganglien) seiner Nervenfasern aus und bildet besonders im Unterleibe grosse Nervenknotengeflechte. Es vermittelt die unwillkührlichen Bewegungen verschiedener Organe, z. B. des Magens, und erregt nur im krankhaft gereizten Zustande eine Empfindung.

Nur die höheren Thiere besitzen ein ausgebildetes Nervensystem; bei niederen Thierclassen verkümmert und verschwindet das grosse Gehirn. Noch weiter herab zeigt sich ein blosses Gangliensystem, dann beobachtet man nur noch zerstreute Nervenfasern, und bei den niedersten thierischen Organismen scheint die Nervenmaterie mit der meist wenigstens als homogen erscheinenden Thiersubstanz ganz wie verschmolzen zu sein, wie bei vielen Acalephen oder Seequallen.

Die Sinnesnerven bedingen die Wirksamkeit der Sinnesorgane, welche dem Thiere Kunde bringen von der

äusseren, es umgebenden Welt. Jeder Sinn hat seine eigene Function und zu diesem Zwecke auch seinen besonderen, überaus kunstvoll eingerichteten Bau.

Der Tastsinn hat seinen Sitz in jeder nicht allzuharten, nervenreichen Haut. Das entwickeltste Tastorgan besitzt unstreitig der Mensch in seinen nerven- und gefässreichen Fingerspitzen. Aehnliche Dienste leisten, jedoch in geringerem Grade, den Säugethieren z. B. die Oberlippe, Nase, der Rüssel. Auch die Zunge dient vielen Thieren zum Betasten, manchen Vögeln ihre nervenreiche Schnabelhaut, den Fischen die Bartfäden. Besonders besitzen viele niedere Thiere, z. B. Insecten, Mollusken, in ihren Fühlfäden oder Fühlhörnern sehr fein entwickelte Tastorgane, wodurch ihnen für die Unvollkommenheit oder den gänzlichen Mangel anderer Sinne einigermaßen Ersatz gegeben ist.

Das Organ des Geschmackes ist die Zunge. Zwei Nervenstämme, der Zungenfleischnerv und der Geschmacksnerv, verzweigen sich in ihr. Die ganze Zunge ist mit einer Schleimhaut überkleidet und trägt auf ihrer Oberfläche die sogenannten Geschmackswärzchen. Vermittelst dieser aus zarten Gefässen und Nerven bestehenden Wärzchen besitzt die Zunge die Fähigkeit, die chemische Beschaffenheit fester und flüssiger schmeckbarer Substanzen, wofern sie nur im Speichel auflösbar sind, wahrzunehmen; denn unauflösliche Körper erregen keine eigentliche Geschmacksempfindung. Doch besitzt nur der Mensch ein auf diese Weise vollkommen ausgebildetes Geschmacksorgan. Die Zunge grosser, grasfressender Thiere ist mit einer doppelten Oberhaut überzogen, jene vieler Raubthiere mit hornigten Wärzchen bedeckt, wodurch natürlich der Geschmackssinn sehr abgestumpft werden muss. Bei den meisten Vögeln ist die Zunge wegen ihrer knorpeligen oder hornartigen Consistenz, desgleichen auch bei den Amphibien und Fischen so beschaffen, dass sie gar nicht als Organ des

Geschmackes dienen kann. In diesen Fällen scheint die mehr oder weniger nervenreiche Mundhöhle die Function der Zunge zu übernehmen.

Durch das Geruchsorgan werden die in Dunstform in der Luft enthaltenen Stoffe wahrgenommen. Bei den mit einem Knochenskelete versehenen Thieren besteht die Nase aus den beiden durch Nähte mit dem Stirnbeine verbundenen Nasenbeinen und mehreren Knorpeln. Im Inneren ist die Nase des Menschen und der höheren Thiere durch eine Scheidewand in zwei Abtheilungen geschieden. Auf beiden Seiten dieser Scheidewand liegen mehrere poröse Knochenblättchen (Muscheln genannt), welche, wie die ganze innere Fläche der Nasenhöhle, mit einer nervenreichen, schleimabsondernden Haut überkleidet sind und das eigentliche Geruchsorgan bilden. Die Säugethiere (besonders jene mit rüsselförmiger Nase) besitzen dieses Organ in sehr vollkommener Entwicklung; allein schon bei den Vögeln zeigt es sich weit weniger ausgebildet (den feinsten Geruch besitzen die Sumpfvögel), noch mehr tritt es bei den Amphibien und Fischen zurück. Auch Schnecken, Krebse und die meisten Insecten sind der Geruchsempfindung fähig, das Geruchsorgan selbst aber ist hier noch zweifelhaft.

Das Gehörorgan besitzt einen weit zusammengesetzteren Bau, als irgend eines der bisher betrachteten Sinneswerkzeuge. Im Wesentlichen ist das Ohr der Säugethiere fast völlig übereinstimmend mit dem des Menschen gebaut. Das äussere Ohr, die sogenannte Muschel, hat die Bestimmung, die Schallwellen aufzunehmen. Sie steht mit einer knöchernen Röhre, dem Gehörgange, in Verbindung, welche an ihrem inneren Ende von einer dünnen, ausgespannten Haut, dem Trommelfelle, verschlossen ist. Hinter dem Trommelfelle befindet sich eine kleine knöcherne Höhle, die Trommelhöhle, welche durch eine Röhre von ziemlicher Länge, die Eustachische Trompete, in den oberen Theil der Rachenhöhle mündet. An der dem Trommel-

felle gegenüberliegenden Knochenwand befinden sich zwei durch sehnige Häute geschlossene Oeffnungen. Die eine davon, ihrer ovalen Gestalt wegen das eirunde Fenster genannt, führt in den Vorhof (*vestibulum*), einen Haupttheil des inneren Ohres, die andere kleinere Oeffnung, das runde Fenster genannt, communicirt mit der sogenannten Schnecke.

Im oberen Raume der Trommelhöhle, zwischen dem Trommelfelle und dem ovalen Fenster, liegen vier beweglich in einander eingelenkte Knöchelchen, die sogenannten Gehörknöchelchen, nach ihrer Gestalt: Hammer, Ambos, Linsenbeinchen und Steigbügel genannt. Der Hammer ist durch seinen Stiel mit dem Trommelfelle verbunden, durch seinen Kopf aber in den Ambos eingelenkt. An das eine horizontalliegende Ende des Ambos schliesst sich das knopfförmige Linsenbeinchen an, welches mit dem Knopfe des Steigbügels in Verbindung steht, während der Fusstritt des Steigbügels an die Membran des ovalen Fensters befestigt ist.

Den innersten Raum des Gehörorganes bildet das sehr complicirte Labyrinth. Es besteht aus mehreren in den sogenannten Felsentheile des Schläfebeines eingegrabenen Höhlen und Canälen, in denen sackförmig geschlossene, mit dem sogenannten Gehörwasser erfüllte Häute von derselben Gestalt, nur mit einigen Fäden befestigt, in einer sie rings umgebenden Flüssigkeit schweben. Als einzelne Theile des Labyrinthes unterscheidet man den Vorhof (*vestibulum*), eine längliche Höhle, mit welcher drei bogenförmig gewundene, von ihr ausgehende und auch in sie wieder einmündende Canäle (die sogenannten *canales semicirculares*) in Verbindung stehen, und die Schnecke, ein knöcherner Canal, ähnlich dem Hause unserer Gartenschnecke geformt. Diese wird von einer Knochenplatte in zwei Gänge oder Treppen getheilt, wovon der eine in den Vorhof, der andere durch das runde Fenster in die Trommelhöhle mündet.

Der aus dem Gehirne entspringende Gehörnerv (*nervus acusticus*) tritt durch eine Oeffnung des Schläfebeines in das Labyrinth ein und verzweigt sich hier auf der sackförmigen Haut des Vorhofes und der Knochenplatte der Schnecke. Nur diese beiden Theile des Gehörorganes können demnach schallempfindend sein. Die Bogengänge dagegen enthalten nur noch in ihren beiden blasenartig erweiterten Enden, den sogenannten Ampullen, Nervenfasern, während die cylindrischen Theile ganz ohne Nervenverzweigungen sind, also auch nicht zur Auffassung des Schalles, sondern wahrscheinlich nur zur Verstärkung desselben dienen.

Der Schall, der mit dem bisher beschriebenen Gehörorgane wahrgenommen wird, entsteht, wenn ein elastischer Körper von einem anderen Körper auf irgend eine Weise in Schwingungen versetzt wird. Der schallende Körper theilt nun seine vibrirende Bewegung der atmosphärischen Luft mit, welche, indem sie in ähnliche Schwingungen geräth, dieselben bis zum Ohre fortleitet, das sie nunmehr als Schall empfindet. Die Fortleitung der Schallwellen ist um so vollkommener, je gleichartiger die Medien sind, welche sie durchwandern müssen. Daher werden auch die Schwingungen fester Körper am vollkommensten wieder durch feste Körper fortgeleitet. Unvollständiger pflanzt die atmosphärische Luft die Schallwellen fort, und noch schwieriger theilt die in Schwingungen versetzte atmosphärische Luft diese Schwingungen flüssigen und festen Körpern mit. Werden jedoch durch die Vermittelung einer ausgespannten elastischen Membran die Schallwellen aus der Luft auf flüssige oder feste Körper übertragen, so erfolgt diese Mittheilung sehr leicht.

Nach diesen Gesetzen der Fortleitung des Schalles ist nun auch der Bau des Gehörorganes berechnet. Die Schallwellen der atmosphärischen Luft werden von der Ohrmuschel aufgenommen und durch den Gehörgang bis zum Trommel-

felle fortgeleitet. Dieses geräth nun in Schwingungen und theilt sie der Kette der Gehörknöchelchen mit. Durch diese geräth zugleich die Membran des ovalen Fensters in vibrirende Bewegung, wodurch die Schallwellen mit möglichster Vollständigkeit auf das Gehörwasser des Labyrinthes übertragen werden, dessen Wellenbewegungen nun der Gehörnerv durch Fortleitung bis zum Gehirne als Schallempfindung zum Bewusstsein bringt. Ueber die besonderen Functionen einzelner Theile des Gehörorganes, wie der Canäle und der Schnecke, hat man noch keine sicheren Erfahrungen.

Von den niedersten Thierclassen, den Infusorien und Strahlthieren, ist uns das Gehörorgan völlig unbekannt. In der Abtheilung der Mollusken kennen wir es von den Schnecken, Muschelthieren und Dintenfischen (*Cephalopoda*). Es ist hier auf einen knorpeligen Vorhof reducirt, in welchem ein häutiger Vorhof, das Hörsäckchen, auf dem der Hörnerv sich ausbreitet, von Flüssigkeit umgeben liegt. Von den Insecten wusste man zwar schon längst, dass sie hören, glaubte auch das Gehörorgan in den Fühlhörnern (Antennen) erkannt zu haben; allein Siebold *) wies es bei einigen Heuschrecken an den Schienen des vorderen Fusspaares, bei anderen im hintersten Theile des Brustkastens auf der Rückenseite zu beiden Seiten über dem Ursprunge des letzten Fusspaares nach. Bei anderen Ordnungen der Insecten hat man zwar das Gehörorgan noch nicht mit Bestimmtheit erkannt, allein es muss der Analogie nach auch hier am Brustkasten oder dessen Gliedmassen zu finden sein.

Von den Arachniden und niederen Crustaceen kennt man das Gehörorgan noch nicht, wohl aber von den höheren Krebsen. Man findet hier, z. B. bei unserem Flusskrebse, an der Basis der äusseren grösseren Fühlhörner einen vorspringenden hohlen Fortsatz von kegelförmiger Ge-

*) Wiegmann's Archiv 1844, I, 53.

stalt, der den knöchernen Vorhof darstellt. Dieser sogenannte Hörcylinder besitzt eine kleine runde Oeffnung, welche von einem Häutchen geschlossen wird, das dem runden Fenster in dem Ohre der Skeletthiere entspricht, durch welches die Schallwellen in das Innere geleitet werden. In dem Hörcylinder liegt ein mit Flüssigkeit gefülltes Säckchen, das häutige Labyrinth vorstellend, worauf der Hörnerv sich verzweigt.

In der Classe der Fische lässt sich das Gehörorgan von der einfachsten Zusammensetzung der bisher betrachteten wirbellosen Thiere bis zu dem sehr complicirten Bau dieses Organes bei den übrigen Skeletthieren verfolgen, wodurch natürlich eine sehr grosse Mannigfaltigkeit in der Construction dieses Organes entsteht. Bei vielen Knochenfischen hat Ernst H. Weber (*de aure et auditu hominis et animalium*) eine Verbindung des Gehörorganes mit der Schwimmblase entdeckt, wobei diese als Trommelfell zu wirken scheint. Aeussere Zugänge zu dem Gehörorgane fehlen den Knochenfischen und der Schall muss hier, um zum Labyrinth zu gelangen, durch die Kopfknochen dringen. Bei den Knorpelfischen dagegen führen von Aussen zwei Gehörgänge zu dem auf beiden Seiten des Gehirnes in abgesonderten Höhlen liegenden Gehörorgane.

Bei den Amphibien sind die nackten oder unbeschuppten von den beschuppten zu unterscheiden. Jene schliessen sich im Bau des Ohres an die Fische an, diese dagegen zeigen durch das Vorhandensein einer Schnecke eine höhere Organisation. Uebrigens herrscht im Einzelnen wieder eine grosse Verschiedenheit.

Das Gehörorgan der Vögel gleicht in den meisten und wesentlichsten Puncten jenem der Amphibien. Das äussere Ohr fehlt, nur die Eulen besitzen eine musculöse Hautfalte, welche sie auf- und zuklappen können. Das sehr grosse Trommelfell besteht aus mehreren Lamellen, und die ebenfalls sehr geräumige Trommelhöhle steht mit allen Schädel-

knochen in Verbindung, wodurch der Umfang der resonirenden Wände bedeutend vergrössert wird. Die drei Gehörknöchelchen der Säugethiere sind ebenfalls vorhanden, jedoch ist nur der Steigbügel (hier wegen seiner stabförmigen Gestalt *columella* oder *bacillus* genannt) knöchern, die beiden anderen zeigen nur eine knorpelige Consistenz. Das Labyrinth besteht aus dichter Knochenmasse, wird aber von lockerem Knochengewebe umgeben. Der Vorhof ist klein, dagegen sind die Bogengänge sehr ansehnlich, die Schnecke, von kegelförmiger Gestalt, ist niemals gewunden und eigentlich nichts Anderes, als ein fast gerader, blind endigender Canal. Das in dem knöchernen Labyrinth liegende häutige Labyrinth ist fast wie das der Säugethiere gebaut. In der Schnecke befinden sich zwei gekrümmte dreieckige Knorpelblätter, welche durch eine, die Schnecke in zwei Gänge theilende sehr zarte Membran mit einander verbunden werden. Ueber dieser Membran liegt eine andere gefaltete, sehr gefässreiche, welche einen beutelförmigen Fortsatz, die sogenannte Flasche (*lagena*), in die runde Endanschwellung des Schneckenkegels schickt. In dem häutigen Säckchen des Vorhofes so wie in der Flasche befindet sich ein crystallinisches Pulver von kohlensäurem Kalke als Gehörsteinchen (Otolithen), wie beim Menschen und bei den Säugethiern. Ein Ast des Hörnerven dringt an die eine äussere Seite eines der Knorpel, schwillt hier an, durchbohrt den Knorpel mit unzähligen Fäden und verbreitet sich zwischen beiden Knorpeln auf der dieselben verbindenden Membran und ein Zweig geht zur Flasche.

Das Auge, das zusammengesetzteste unter allen Sinnesorganen, liegt in einer knöchernen Höhle (Augenhöhle) und ist durch die Augenbraunen und Augenlider geschützt. Der Augapfel (*bulbus oculi*) hat die Gestalt einer etwas länglichen Kugel, an deren vorderen Fläche das Segment einer kleineren Kugel angesetzt zu sein scheint, so dass er hier convexer als hinten ist. Er kann durch sechs in

der Augenhöhle befindliche Muskeln (Augenmuskeln genannt) willkürlich bewegt werden und ist von drei Häuten überkleidet, die aber nur seinen hinteren Theil überziehen und vorn von drei anderen Häuten ersetzt werden. Die äusserste den Augapfel umkleidende Haut ist die harte Haut (*tunica sclerotica*); sie ist undurchsichtig, weissglänzend und sehr stark, hat hinten für den Durchgang des Sehnerven eine Oeffnung, überzieht ungefähr fünf Sechstel der Fläche des Augapfels und verbindet sich nach vorn mit der durchsichtigen Hornhaut (*tunica cornea*). Längs der ganzen Innenfläche der harten Haut breitet sich die Aderhaut (*tunica choroidea*) aus. Sie ist dünn, besonders an der inneren Fläche schwarzbraun gefärbt, nur an der Eintrittsstelle des Sehnerven unterbrochen und geht nach vorn in den sogenannten Strahlenkörper (*corpus ciliare*) über, welcher das vordere starkverdickte Ende der Aderhaut bildet. Die Regenbogenhaut (*Iris*, Blendung) ist eine dünne, weiche, sehr gefäss- und nervenreiche Haut von der Gestalt einer runden Scheibe, die verschieden (blau, braun, schwärzlich oder grünlich) gefärbt ist und in ihrer Mitte eine kreisrunde Oeffnung, die Sehöffnung (*pupilla*) hat. Innerhalb der Aderhaut liegt die sehr zarte, von Nervenfasern, feinen Gefässen und Zellgewebe gebildete Netzhaut (*retina*), die nichts Anderes, als die membranartige Ausbreitung des Sehnerven ist, der durch eine Oeffnung der harten und Ader-Haut hinten in den Augapfel eintritt und dessen hintere Innenfläche bekleidet. Sie erstreckt sich nach vorn so weit als die Aderhaut und heftet sich hier vermittelt eines zarten Häutchens (*zonula Zinnii*) an die Kapsel der Crystalllinse (*lens crystallina*). Diese ist ein höchst durchsichtiger, farbloser, linsenförmiger Körper, dessen vordere Fläche weniger convex ist, als die hintere. Sie liegt, von einer durchsichtigen Flüssigkeit (*humor Morgagnii*) umgeben, frei in einer ihre Gestalt nachahmenden Kapsel (der Linsenkapsel, *capsula lentis*) und besteht aus

einer zähen, gefäss- und nervenlosen, nach dem Centrum zu dichter werdenden Masse, welche unter dem Einflusse des Sauerstoffes der Luft gerinnt und undurchsichtig weiss wird.

Man theilt das Auge in zwei Kammern ab; die vordere grössere liegt zwischen der Hornhaut und der vorderen Fläche der Regenbogenhaut, die hintere kleinere geht von der hinteren Wand der Iris bis zur Crystalllinse. Diese beiden durch die Pupille mit einander communicirenden Augenkammern erfüllt die sogenannte wässerige Feuchtigkeit (*humor aqueus*). Sie ist dünnflüssig wie Wasser, klar, farblos und nicht in Zellen eingeschlossen. Die drei hinteren Viertheile des Augapfels von der Retina bis zur Linsenkapsel nimmt die Glasflüssigkeit oder der Glaskörper (*corpus vitreum*), eine weiche, höchst durchsichtige, wie Gallerte zitternde Masse ein, die zur Aufnahme der Crystalllinse vorn eine Vertiefung hat. Der Glaskörper besteht aus einer zarten Membran (*tunica hyaloidea*), in deren Zellen die Glasfeuchtigkeit (*humor vitreus*) enthalten ist.

Den Vorgang des Sehens mag das Folgende anschaulich machen: Wenn Lichtstrahlen von einem selbst leuchtenden oder erleuchteten Puncte divergirend ausstrahlen, und auf das Auge treffen, so werden sie bei dem Durchgange durch die convexe Hornhaut zum erstenmale und beim Durchwandern der wässerigen Feuchtigkeit der vorderen Augenkammer zum zweitenmal, optischen Gesetzen gemäss, gebrochen, d. h. in ihrer primitiven Divergenz vermindert und der Augenachse zugelenkt. Ein Theil dieser Lichtstrahlen tritt nun durch die Pupille und trifft auf die Crystalllinse auf, wobei die Iris oder Blendung den Vortheil darbietet, dass keine Strahlen auf den von ihr bedeckten Rand der biconvexen Crystalllinse auftreffen können, was der sogenannten sphärischen Aberration wegen ein undeutliches Bild hervorrufen würde. Durch diese Linse und den hinter ihr liegenden Glaskörper werden nun die hindurch-

gehenden Strahlen noch zweimal und zwar so gebrochen, dass sie auf der Netzhaut einen Wiedervereinigungspunct erhalten, welcher als das Bild des äusseren Punctes zu betrachten ist. Gehen aber die Strahlen von einem Körper aus, so wird jedem Puncte an ihm ein solcher Vereinigungspunct auf der Netzhaut entsprechen und es wird sich hier ein deutliches, aber umgekehrtes Bild darstellen. Der Eindruck dieses Bildes wird nun von der Nerven- oder Netz-Haut vermittelt des Sehnervens zum Gehirne geleitet und hier auf eine uns freilich unerklärliche Weise zum Bewusstsein gebracht. Dass wir das auf der Netzhaut umgekehrt entstehende Bild dennoch gerade sehen, hat wohl keinen anderen Grund, als weil wir das Oben und Unten eines Gegenstandes eben dahin setzen müssen, von woher die Strahlenkegel ausgehen und auf unsere Netzhaut auftreffen, da wir nur dieses Auftreffen der Lichtstrahlen, keineswegs aber das dadurch entstehende umgekehrte Bild wahrnehmen. (Auch ist es eine vielleicht nicht unwahrscheinliche Hypothese, dass die feinen Verzweigungen, welche vom Sehnerven in's Gehirn gehen, sich in diesem wieder kreuzen, so, dass die unteren nach Oben und die oberen nach Unten gehen.)

Verfolgt man das Gesichtsorgan nach seinen verschiedenen Entwicklungsstufen durch die Hauptthierclassen, so findet man schon bei mehreren Infusorien auf der Oberseite des Vorderkörpers einen oder einige meist dunkelrothe oder schwarze Puncte, die man für Augen hält, besonders desswegen, weil unter diesen Puncten ein drüsiges Organ liegen soll, welches man der Analogie gemäss vielleicht für einen Nervenknotten erklären kann. Von Hornhaut, Linse u. s. w. hat man noch nichts bemerkt; es scheinen daher die Augenpuncte, wenn sie überhaupt Sehorgane sind, nur zur Unterscheidung zwischen Hell und Dunkel, keineswegs aber zum Erkennen und Unterscheiden äusserer Gegenstände bestimmt zu sein.

Bei den Mollusken kennt man vielfach Augen, die mit einem lichtbrechenden Apparate versehen sind. Bekannt sind die schon sehr vollkommen organisirten Augen der Schnecken, wo sie, wie bei unserer Weinbergsschnecke, sich auf der Spitze des grösseren hinteren Antennenpaares befinden und mit diesen eingezogen werden können. In den Augen mehrerer Meermuschelthiere hat man eine Hornhaut, Aderhaut und eine Crystalllinse gefunden. Die vollkommenste Organisation des Auges zeigen aber unstreitig die Sepien oder Cephalopoden, welche alle wesentlichen Theile des Sehorganes der Wirbelthiere besitzen.

Von den Eingeweidewürmern (*Entozoa*, *Helminthes*) scheinen die meisten blind zu sein; auch viele Ringelwürmer (*Annulata*) besitzen keine Augen, und wo sich dieselben finden, scheinen sie, ihrem einfachen Baue nach zu schliessen, nur auf die Unterscheidung zwischen Licht und Finsterniss berechnet zu sein.

Die höheren Gliederthiere (*Articulata*) besitzen zusammengesetzte Augen mit facettirter Hornhaut, die von oft unzählig vielen Augen gebildet sind und zu beiden Seiten des Kopfes liegen. Diese gemeinschaftliche Hornhaut besteht (vergl. Lehrbuch der Anatomie der wirbellosen Thiere von Leuckart und Frey S. 51 f.) aus einer grossen Menge mit einander verbundener sechsseitiger abgestumpfter Pyramiden, deren äusserlich sichtbare Flächen man Facetten nennt. Hinter diesen Hornhautpyramiden liegen ebenso viele durchsichtige Crystallkegel, deren Spitze dem Centrum des Auges zugekehrt, deren Basis aber auf die innere Fläche jener Hornhautpyramiden aufgesetzt ist. Ein aus dem gemeinschaftlichen Sehnerven entspringender Nervenfaden breitet sich als Netzhaut von der Spitze jedes Crystallkegels an über dessen Oberfläche mit Ausnahme der Basis aus. Diese Retina wird äusserlich noch von einer Pigmentschicht umhüllt, welche sich bis zur Basis der einzelnen Kegel fortsetzt, die Mitte derselben aber zum Durchgange des

Lichtes stets frei lässt und auf diese Weise eine Pupille bildet.

Ausser diesen zusammengesetzten seitlichen Augen haben viele Insecten noch drei einfache Augen auf dem Scheitel, z. B. die Hornissen, Wespen u. v. a. Diese einfachen Augen bestehen aus einer gewölbten, durchsichtigen Hornhaut, einer Linse und einem Glaskörper, der in einer napfförmigen Ausbreitung des Sehnervens wie in einer Schale liegt. Solche einfache Augen, meist gruppenweise zusammengestellt, kommen auch den Arachniden (Scorpionen und Spinnen) zu, denen die zusammengesetzten Augen gänzlich fehlen. Eine beträchtliche Anzahl von Arachniden, nemlich die parasitisch lebenden Milben, besitzen gar keine Gesichtsglieder.

Auch in der Classe der Crustaceen oder Krustenthier (Krebse, Asseln, Kiefenfüsse) werden bei der ganzen Ordnung der Rankenfusser oder Cirripeden (*Cirripoda*), wozu die sogenannten Entenmuscheln und Seetulpen gehören, wenigstens bei den erwachsenen Thieren keine Sehorgane gefunden. Die höheren Crustaceen dagegen besitzen dieses Organ fast allgemein, wobei jedoch die grösste Mannigfaltigkeit stattfindet. Bei den parasitischen Crustaceen und Tausendfüssern (*Myriapoda*) finden sich als niederste Formen des Sehorganes die oben bei den Insecten und Arachniden schon aufgeführten einfachen Augen von demselben Bau und, wie dort, oft gruppenweise zusammengestellt. Andere, wie die Asseln, besitzen sogenannte aggregirte einfache Augen, d. h. solche, die auf beiden Seiten des Kopfes in dichten Haufen beisammenstehen. Die am höchsten organisirten Ordnungen dieser Classe endlich, wie die sogenannten Seeheuschrecken (*Stomatopoda*) und die eigentlichen Krebse (*Decapoda*), haben zwei zusammengesetzte Augen mit facettirter Hornhaut, welche auf einem mehr oder weniger langen beweglichen Stiele stehen, im Uebrigen aber denselben Bau wie jene der Insecten zeigen. Nebst diesen

Augen mit facettirter Hornhaut sind unter den Krustenthieren als eine eigenthümliche Form des Sehorganes auch die zusammengesetzten Augen mit glatter Hornhaut sehr verbreitet, wobei man jedoch im Einzelnen eine beträchtliche Mannigfaltigkeit beobachtet hat.

So wie jede grössere Abtheilung der Thiere mit verhältnissmässig sehr tief stehenden Organismen beginnt und diese unvollkommenere Organisation auch in den einzelnen Organen der Thiere sich ausspricht, so erhebt auch bei den Wirbelthieren sich das Gesichtsorgan, von der untersten Entwicklungsstufe beginnend, durch alle Thiergattungen hindurch, bis es in den Säugethieren und in dem Menschen den höchsten Grad der Vollkommenheit erreicht. In der Classe der Fische (der untersten Abtheilung der Wirbelthiere) besitzen das einfachste und unvollkommenste Auge die niedersten Gattungen der Cyclostomen oder Sauger (besonders der Schleimfisch — *Myxine glutinosa* —, dessen Gesichtsorgan fast nur aus einem mit Muskeln bedeckten kleinen Augapfel und einem Nerven besteht); unter den Amphibien haben die Schleichen (*Anguis*), Blindschlangen (*Typhlops*) und die Blindwühle (*Coecilia*) die unvollkommensten Augen. Das Gesichtsorgan der Fische besitzt im Allgemeinen einen verhältnissmässig grossen Umfang. Der Augapfel ist sehr abgeplattet, die Linse dagegen vollkommen kugelförmig, um die Lichtstrahlen in einem näher liegenden Brennpunkte zu vereinigen, da die übrigen brechenden Medien, nemlich wässerige Feuchtigkeit und Glaskörper, nur in geringer Menge vorhanden und sehr dünnflüssig sind. Die nackten, d. i. unbeschuppten Amphibien besitzen als Wasserthiere mit geringen Modificationen denselben Bau des Auges wie die Fische; das Sehorgan der beschuppten Amphibien dagegen zeigt den Typus des Vogelauges. Denn da sie als Landbewohner die Lichtstrahlen durch das dünnere Medium der atmosphärischen Luft erhalten, so bedarf ihr Auge eines stärkeren Lichtbrechungsapparates. Aus

diesem Grunde ist im Allgemeinen die Hornhaut convexer, die wässerige Feuchtigkeit in grösserer Menge vorhanden, der Glaskörper ausgedehnter und die Linse weicht mehr von der Kugelgestalt ab.

Die Vögel zeigen, als die ausgebildetsten Luftthiere, die vollkommensten Sehwerkzeuge. Der Augapfel ist im Verhältniss zum Kopfe sehr gross, besonders bei den nächtlichen Raubvögeln (Eulen), besitzt aber nur eine geringe Beweglichkeit. Unter der derben, aber äusserst durchsichtigen harten Haut liegt ein Kreis dachziegelartig gelagerter Knochenplatten, um derselben eine grössere Convexität zu verleihen. Die vordere Augenkammer ist sehr geräumig und mit einer grossen Menge wässeriger Feuchtigkeit angefüllt, wodurch die Iris in verhältnissmässig grössere Entfernung von der Hornhaut zu stehen kommt. Auch der Glaskörper nimmt einen grossen Raum ein und ist dünnflüssig, wodurch es wahrscheinlich der meist sehr flachen, hinten in der Regel stärker convexen Linse möglich wird, durch Verrückung sich den verschiedenen Entfernungen der zu sehenden Gegenstände und der verschiedenen Dichtigkeit der Luftschichten anzupassen.

Das Auge der Säugethiere stimmt zwar im Wesentlichen mit dem des Menschen überein; allein die grosse Mannigfaltigkeit, welche in der Lebensweise jener Thiere herrscht, bedingt eine Menge grösserer und kleinerer Differenzen, deren Darstellung dem anatomischen Theile der speciellen Naturgeschichte überlassen werden muss.

bb) Knochensystem.

Das Knochensystem stellt die Grundlage, das Gerüst des ganzen Körpers dar. In seinem Zusammenhange betrachtet heisst es das Gerippe oder Skelet. Es muss jedoch das eigentlich sogenannte Knochenskelet der Skelet- oder Wirbelthiere (wozu die Säugethiere, Vögel, Amphibien und Fische gehören) von den meist nur nach Aussen

liegenden, den Muskeln und übrigen Weichtheilen als Stützen und Anheftungspunkte dienenden festen Massen der wirbellosen Thiere unterschieden werden. Bei den Wirbelthieren ist das Gehirn und Rückenmark von einer knöchernen, aus mehreren Theilen bestehenden Hülle, der Hirnschale und dem Rückenmarkcanale, umschlossen. Der Rückenmarkcanal, auch Wirbelsäule genannt, liegt in der Mittellinie des Leibes, und die Rippen, so wie die Knochen der einzelnen Gliedmassen sind daran angefügt. Die Eingeweide liegen in den knöchernen Gehäusen des Schädels und Rumpfes eingeschlossen. Die Knochen sind meist durch zähe, faserige Häute (Bänder, *ligamenta*) mit einander verbunden und von den Muskeln (gefäß- und nervenreichen Bündeln von Fleischfasern) bedeckt, die mittelst der Sehnen an andere Körpertheile, namentlich die Knochen, befestigt sind und dieselben vermöge der ihnen eigenthümlichen Kraft, sich auszudehnen und wieder zusammenzuziehen, in Bewegung setzen. Wesentlich anders verhält es sich dagegen mit dem Skelet der wirbellosen Thiere, nemlich der Mollusken, Gliederthiere und Strahlthiere.

Das Skelet der Weichthiere oder Mollusken ist eine einfache oder mehrkammerige, gewundene oder klappige, aus kohlensaurem Kalke gebildete Schale, die ein Ausscheidungsproduct der äusseren Haut, des sogenannten Mantels ist. An dieser Haut sind nach Innen die Muskeln befestigt, und auch die Eingeweide und das Nervensystem befinden sich in dieser allgemeinen Umhüllung.

Das Skelet der Gliederthiere stellt eine röhrenartige, aus mehreren ringförmigen Abschnitten gebildete Hülle dar, an deren Innerem die Muskeln befestigt sind und welche alle Weichtheile, auch die Extremitäten (wo solche vorhanden sind) umschliesst.

Die vierte Thierform, welche die niedersten thierischen Organismen in sich begreift, hat Cuvier Strahlthiere (*animalia radiata*) genannt, und unter diesem Namen die

Eingeweidewürmer, Seequallen, Sternthiere, Polypen und Infusorien zusammengefasst. Allein der Name Strahlthiere, der sich auf die eigenthümliche Anordnung der Organe dieser Thiere bezieht, indem dieselben mehr oder weniger radial um ein Centrum liegen (wodurch ein wesentlicher Unterschied von allen übrigen Thieren begründet wird, bei denen die Sinnes- und Bewegungs- Organe symmetrisch auf beiden Seiten einer Achse angebracht sind) passt nur auf die Quallen, Sternthiere und Polypen. Die Eingeweidewürmer, von Cuvier zu den Strahlthieren gerechnet, werden wohl am passendsten als die niedersten Gliederthiere betrachtet, und zeigen, wie diese, eine häutige Körperbedeckung (Hautskelet).

Die Seequallen haben weder Knochen noch Schalen, sondern bestehen aus einer zarten, durchsichtigen, meist gallertartigen Masse von Scheiben-, Kugel- oder Blasen-Gestalt. Die Sternthiere dagegen besitzen insgesamt, die Polypen zum grössten Theile, eine aus kohlensaurem Kalke bestehende Umhüllung (bei letzteren Polypenstock genannt), woran die weichen Theile befestigt sind. In der nicht leicht zu umgrenzenden Abtheilung der Infusorien, die wegen des Mangels der radialen Anordnung ihrer Organe jedenfalls nicht zu den Sternthieren zu rechnen sind, sondern wohl am besten als *Protozoa* in eine besondere Abtheilung vereinigt werden, ist die zarte, durchscheinende, gallertartige Körpermasse bei der Hälfte der Gattungen in eine häutige oder harte, aus kohlensaurem Kalke oder feuerbeständiger Kieselerde bestehende Hülle, den Panzer, eingeschlossen.

α) Knochenbau des Menschen.

In dem Skelet des Menschen, welches nun als Typus für den Knochenbau der Skelet- oder Wirbelthiere näher characterisirt werden soll, zählt man 236 Knochen, die entweder doppelt vorhanden (paarige Knochen) und

dann nach der seitlichen Symmetrie vertheilt sind, oder, wenn sie nur einmal vorhanden sind (unpaarige Knochen), mit ihrer besonderen Mittelfläche in die allgemeine fallen.

αα) Knochen des Kopfes.

Die Kopfknochen zerfallen in Schädel- und Gesichtsknochen. Zu ersteren gehört

1) Das Hinterhauptbein (*os occipitis sive basilare*).

Es lenkt mit einer grossen Oeffnung, dem Hinterhauptloch (*foramen ossis occipitis*), in den obersten Wirbel der Rückenmarkröhre, den sogenannten Atlas, ein, und bildet den hinteren und theilweise den mittleren Theil der Grundfläche des Schädeldgewölbes und den hinteren, aufsteigenden Theil des Schädels.

2) Das Keilbein (*os sphenoidum*) liegt, verbunden mit allen Knochen des Schädels, im vorderen Theile der Grundfläche desselben und steigt hier an der Seite in die Höhe.

3) Das Stirnbein (*os frontis*) bildet den vorderen Theil des Schädels und insbesondere die Stirne. Es verbindet sich theils mit den Gesichtsknochen, um die Augenhöhle und Nase bilden zu helfen, theils mit den Schädelknochen zur Bildung der Schädelhöhle.

4) Die beiden Schläfbeine (*ossa temporum*) befinden sich zwischen dem Hinterhaupt-, Scheitel- und Keilbeine, mit dem sie sich durch ihren Jochfortsatz (*processus zygomaticus*) verbinden.

5) Die Scheitel- oder Seitenwand-Beine (*ossa bregmatis s. verticis*), die oft zu einem Knochen verwachsen sind, liegen von Vorn nach Hinten zwischen dem Stirnbeine und Hinterhauptbeine, wo sie den oberen, gewölbtesten Theil des Schädels bilden, und laufen an den Seiten zwischen dem Keil- und Schläf-Beine herab. Auf dem höchsten Puncte des Schädels sind sie durch die Pfeilnaht (*sutura sagittalis*) mit ein-

ander und nach Vorn durch die querlaufende Kronnaht (*sutura coronalis*) mit dem Stirnbeine verbunden.

6) Das Siebbein (*os ethmoideum*), im vorderen Theile der Schädelhöhle, hilft die Nasenhöhle und die Augenhöhle bauen. Ein Theil davon, die Siebplatte, ist von einer Menge kleiner Löcher durchbohrt, durch welche die Riechnerven aus der Hirnhöhle in die Nasenhöhle treten. Ein anderer Theil bildet als senkrechte Platte einen Theil der Nasescheidewand.

Von den Gesichtsknochen sind besonders zu bemerken:

1) Die Nasenbeine (*ossa nasi*), zwei länglich viereckige, oben schmalere Knochen, die von dem unteren, sogenannten Nasentheile des Stirnbeines sich heraberstrecken.

2) Die Oberkieferbeine (*ossa maxillaria superiora*) liegen im vorderen, oberen Theile des Gesichtes.

3) Die Thränenbeine (*ossa lacrymalia*) erstrecken sich von Oben nach Unten zwischen dem Stirnbeine und den Nasenknochen hin. Sie sind äusserst dünn und bestehen aus zwei unter einem Winkel zusammenstossenden Theilen.

4) Die Joch- oder Wangen-Beine (*ossa malae sive zygomatica*) liegen zwischen dem Jochfortsatze des Schläfebeines und dem Wangenfortsatze des Stirn- und Oberkieferbeines. Bei manchen Volksstämmen, z. B. bei dem mongolischen und tatarischen, ragen sie stark hervor und werden gewöhnlich Backenknochen genannt.

5) Die Gaumenbeine (*ossa palatina*) bestehen aus zwei unter einem rechten Winkel verbundenen Theilen und befinden sich zwischen den unteren Fortsätzen (Gaumenflügeln) des Keilbeines und den Oberkieferbeinen.

6) Das Pflugschaarbein (*vomer*) bildet den hinteren

Theil der Nasescheidewand und hat die Gestalt eines verschobenen Vierecks.

7) Der Unterkiefer (*os maxillare inferius*) bildet den untersten Theil des Gesichtes. Er besteht aus zwei Theilen, die vorn am Kinn mit einander verbunden sind und nach hinten zu allmählig schmaler werden, wo auf beiden Seiten zwei Aeste unter einem Winkel aufwärtssteigen. Der hintere Ast endet in den Gelenkknopf (*processus condyloideus*), der vordere, welcher kürzer ist, heisst Kronfortsatz (*processus coronoides*).

8) Die Zähne, welche meist alle übrigen Organe an Härte, Festigkeit und Sprödigkeit übertreffen, sind zwar in der Regel dem grössten Theile ihrer Masse nach den Knochen sehr ähnlich, unterscheiden sich aber dennoch wesentlich von ihnen durch ihre Textur und Entwicklung. Sie sind mit einer weissen, sehr harten Rinde (dem Schmelz oder Email) überzogen und lassen leicht drei Theile an sich unterscheiden: die Krone (d. i. der obere Theil), die Wurzel, die in den sogenannten Zahnfächern steckt, und den Hals, d. i. die Stelle zwischen Krone und Wurzel. Im Inneren haben die Zähne eine ihrer äusseren Gestalt entsprechende Höhle und unten an der Wurzel eine kleine Oeffnung, durch welche zarte Nerven und Blutgefässe eintreten.

Der ausgewachsene Mensch hat 32 Zähne, wovon 16 oben und ebenso viele unten stehen. Nach Gestalt und Lage theilt man sie in Schneidezähne (*dentes incisivi*), in Eckzähne (*dentes canini sive laniarii*) und in Backenzähne (*dentes molares*). Schneidezähne hat der Mensch 8 (4 oben, 4 unten), Eckzähne 4 (2 oben, 2 unten) und Backenzähne 20 (10 oben und ebenso viele unten).

ββ) Knochen des Rumpfes.

Die **Wirbelsäule** (*spina dorsi sive columna vertebralis*) bildet in ihrem Inneren einen umfangreichen Canal und in ihrem ganzen Verlaufe eine mehrmals vor- und rückwärts gebogene Linie. Sie besteht in der Regel aus 29 übereinanderliegenden Knochen, aus 24 Wirbeln, dem Heiligenbeine und 4 Steissbeinen.

Die **Wirbel** (*vertebrae*) sind walzenförmige, übereinandergesetzte Körper, von deren Seiten kurze Bogen (Wirbelbogen) nach hinten gehen, die sich mit einander verbinden und einen Ring bilden. Diese Bogen tragen stachelförmige Fortsätze (*processus*), die entweder zur Gelenkverbindung oder zum Ansätze von Muskeln dienen. Der Canal, der auf solche Weise von den Wirbelkörpern und deren Bogen gebildet wird, umschliesst das Rückenmark und heisst deswegen der Rückenmarkcanal (*canalis medullaris*). Zwischen je zwei Wirbeln befindet sich neben ein Ausschnitt, woraus die Nerven des Rückenmarkes hervortreten.

Nach der Gegend, in welcher die Wirbel an der Wirbelsäule sich befinden, theilt man sie in Hals-, Rücken- und Lendenwirbel. Halswirbel besitzt der Mensch sieben, wovon der erste und oberste der Träger (*atlas*) heisst. Darauf folgen in der Regel zwölf Rückenwirbel. An diese Wirbel legen sich auf beiden Seiten zwölf glatte, verhältnissmässig lange, dünne, nach Aussen gewölbte Knochen, die Rippen (*costae*) an, wovon die 7 oberen (wahre Rippen) sich vorn mit dem Brustbeine (*sternum*), einem platten, länglichen, in der Mittellinie des Leibes liegenden Knochen, verbinden, die 5 unteren (falsche Rippen) dagegen nicht mehr mit dem Brustbeine zusammenhängen.

An die Rückenwirbel schliessen sich die 5 Lendenwirbel an, dann folgt das Kreuzbein oder Heiligenbein (*os sacrum*), aus 5 nach unten schnell kleiner werdenden, mit einander verwachsenen Wirbeln bestehend, und endlich das

Steissbein (*os coccygis*), welches aus mehreren verkümmerten Wirbeln zusammengesetzt ist, und sich als das spitzige, nach Innen gekrümmte Ende der Wirbelsäule darstellt.

γγ) Knochen der Extremitäten.

Obere Extremitäten. Am hinteren Theile der Brust liegt von der zweiten bis siebenten Rippe abwärts das Schulterblatt (*scapula*), ein platter, dreieckiger Knochen, der in der Mitte einen aufwärtssteigenden Vorsprung (Grat, Gräte, *spina scapulae*) zur Anheftung der Muskeln trägt. Zwischen dem Schulterblatte und dem oberen Theile des Brustbeines erblickt man das Schlüsselbein (*clavicula sive os juguli*), einen länglichen, doppelt gebogenen Knochen. An das Schulterblatt schliesst sich dann ein Knochen von bedeutender Grösse, der Oberarmknochen (*humerus*), an, auf welchen zwei parallelaufende Knochen: die Elle (Ellenbogenbein, *ulna*) und die Speiche (*radius*), folgen. Damit verbinden sich die Knochen der Handwurzel (*ossicula carpi*) und mit diesen die 5 Knochen der Mittelhand (*ossa metacarpi*), worauf dann die fünf Finger (*digiti*) den Schluss bilden.

Untere Extremitäten. Rechts und links vom Kreuzbeine liegen die Becken- oder Hüft-Knochen (*ossa coxarum*; einzeln *os pelvis innominatum*). Nach Vorn nähern sie sich einander und bilden mit dem Kreuz- und Steissbeine das Becken (*pelvis*). An jedem Beckenknochen unterscheidet man den oberen Theil als Darmbein (*os ilii*), den mittleren, zugleich vordersten, als Schambein (*os pubis*) und den unteren als Sitzbein (*os ischii*). An der Stelle, wo diese drei Theile des Beckenknochens, welcher anfangs wirklich aus drei Theilen, bei dem Erwachsenen aber nur aus einem Stücke besteht, zusammenstossen, befindet sich nach Aussen eine grosse, halbkugelige Gelenkhöhle, die Pfanne (*acetabulum*). In diese Höhle lenkt sich der grösste Knochen, der Oberschenkelknochen

(*femur*), ein, der an seinem unteren Ende vorn an dem Kniegelenke in einer Vertiefung die Kniescheibe (*patella*), einen länglich runden, platten Knochen, trägt, der hier unmittelbar unter der Haut liegt. An den Oberschenkel reihen sich, wie am Arme, zwei Knochen an, wovon der dickere das Schienbein (*tibia*), der dünnere das Wadenbein (*fibula*) heisst. Dann folgen die 7 Fusswurzelknochen (*tarsus*), worunter das dicke Fersenbein (*calcaneus*, *talus*), darauf 5 Mittelfussknochen (*ossa metatarsi*) und endlich die Zehen (*digiti pedis*).

β) Knochenbau der Thiere.

αα) Knochenbau der Säugethiere.

Das Skelet der Säugethiere, so wie der Wirbelthiere überhaupt, ist nur eine Modification des Menschenskeletes, darum wurde dieses letztere, als Typus für den Knochenbau der Wirbelthiere, seinen wesentlichsten Theilen nach im Vorhergehenden kurz erörtert. Im Folgenden sollen nun die Differenzen, welche das Skelet der Säugethiere und der übrigen Wirbelthiere zeigt, berührt werden.

Wiewohl der Schädel der Säugethiere, was Zahl und Anordnung der einzelnen Knochentheile anbetrifft, ganz wie der menschliche gebaut ist, so finden sich doch nicht wenige Abweichungen von diesem Typus. So fehlt dem Menschen das bei allen Säugethieren sich vorfindende Zwischenkieferbein (*os intermaxillare*), in welchem die Schneidezähne eingefügt sind. Der Unterkiefer, welcher beim Menschen und vielen Säugethieren aus einem einzigen Stücke besteht, bleibt bei anderen Säugethieren stets in zwei nur durch Knorpel verbundene Hälften getrennt. Der Kronfortsatz des Unterkiefers ist bei den Wiederkäuern lang und schmal, bei den Fleischfressern dagegen stark und breit und der lange Gelenkknopf ist fest in eine tiefe Gelenkhöhle eingepasst, während er bei den Wiederkäuern nur klein und in eine flache Gelenkgrube eingefügt ist.

Je niedriger die Ordnungen der Säugethiere sind, desto auffallender weicht die Gesamtschädelbildung von der menschlichen ab; denn während der Schädel einiger Affen, besonders vor der Vollendung ihres Wachsthumes, dem menschlichen sehr nahe kommt, so ist jener des Schnabelthieres, weil er langgezogen wie ein Vogelschädel erscheint, dem menschlichen sehr unähnlich. Je höher aber die Ordnungen hinansteigen, desto mehr treten die Kiefer und Gesichtstheile zurück, desto mehr bildet sich die Schädelhöhle aus, bis endlich beim Menschen der Schädeltheil den Gesichtstheil viermal an Grösse übertrifft.

Die Zähne der Säugethiere zerfallen ihrer Structur nach in einfache (*dentes simplices*), d. i. in solche, die, wie jene des Menschen, einfach mit Email überzogen sind, in schmelzfaltige (*dentes complicati*), deren Email sich in Falten in die Zahnsubstanz hineinzieht, wie bei vielen Nagethieren, z. B. Biebert, Siebenschläfer, und in zusammengesetzte (*dentes compositi*), wenn jeder Backenzahn aus einzelnen, mit Email überzogenen, plattenförmigen Stücken besteht, welche durch eine weichere Zwischensubstanz mit einander verbunden sind, wie die grossen Backenzähne des Elephanten, ferner bei den Wiederkäuern, vielen Nagern und dem Pferde (vergl. R. Wagner's *Lehrbuch der Anatomie der Wirbelthiere*, S. 49 f.).

Was die Form und Stellung der Zähne anbetrifft, so herrscht bei den einzelnen Abtheilungen der Säugethiere die grösste Verschiedenheit. Bei den Raubthieren ist das Gebiss besonders kräftig entwickelt, die Zähne überhaupt sind mit glänzendem Email überzogen, die Eckzähne lang und spitz und die Backenzähne schneiden wie Scheeren übereinander. Die Nagethiere haben oben und unten zwei lange, meiselförmige Schneidezähne und keine Eckzähne. Bei den Wiederkäuern fehlen stets die oberen Schneidezähne, meist auch die Eckzähne. In der Abtheilung der Edentaten (Faulthier, Gürtelthier, Schuppenthier

u. dergl.) vermisst man bald die Schneidezähne, bald nebstdem die Eckzähne, bald sogar die Backenzähne. Die Affen der alten Welt stimmen in der Anzahl der Zähne mit dem Menschen überein, jene der neuen Welt dagegen haben vier Backenzähne mehr. Doch stehen, wenigstens bei den erwachsenen Affen, die Zähne nie in einer ununterbrochenen Reihe wie beim Menschen, sondern vor den Backenzähnen zeigt sich stets eine bedeutende Lücke.

In der Zahl der Hals- und Rücken-Wirbel stimmen, mit wenigen Ausnahmen, die Säugethiere mit dem Menschen überein. Die Zahl der Lendenwirbel schwankt zwischen 3—7, das Kreuzbein besteht aus 2—5 verwachsenen Wirbeln, daran schliessen sich die Schwanzwirbel an, die beim Menschen und einigen Affen aus 4—5 sehr verkümmerten Wirbeln (Steissbein) bestehen. Bei den meisten Säugethiern aber sind sie sehr entwickelt und zeigen hier 20—30, ja 40 Wirbel, die jedoch gegen das Ende hin mehr und mehr verkümmern, und zuletzt nur noch kleine rundliche Knochen darstellen.

Das Brustbein ist seiner Gestalt nach meist länglich und von Vorn nach Hinten zusammengedrückt; doch findet es sich, namentlich was Länge und Breite anbetrifft, bei den verschiedenen Ordnungen vielfach modificirt. So ist es z. B. bei den Walthieren nur kurz, bei den Fleischfressern dagegen zeigt es eine bedeutende Länge. Von der allgemeinen Regel, dass die Zahl der wahren Rippen jene der falschen überwiegt, machen die Walfische eine sehr bemerkbare Ausnahme. Ein Schulterblatt (*scapula*) haben alle Säugethiere; das Schlüsselbein (*clavicula*) ist bei vielen sehr klein und bei anderen (z. B. den Einhufern, Wiederkäuern und Fleischfressern) gar nicht vorhanden. Der an das Schulterblatt sich anschliessende Oberarmknochen (*humerus*) bietet nach den verschiedenen Functionen der Thiere eine sehr bedeutende Verschiedenheit dar. Bei den fliegenden und kletternden Säugethiern

(Fledermäusen und Affen) erreicht er eine bedeutende Länge, während er bei den grabenden und schwimmenden Thieren (Maulwurf, Robbe) nur kurz, aber dafür um so breiter ist. Noch weit mannigfaltiger ist der Bau des Vorderarmes und der Handknochen, indem diese den Thieren zu ihren verschiedenen Verrichtungen vorzüglich behülflich sein müssen. Den speciellen Bau dieser Glieder muss die specielle Zoologie lehren.

Das Becken unterscheidet sich dadurch charakteristisch von jenem des Menschen, dass es enger ist und seine Seitenwände mehr in die Länge gezogen, schmaler und flacher sind. Die grösste Einfachheit bis zum gänzlichen Verschwinden zeigen die Beckenknochen der Walthiere.

Der Oberschenkelknochen zeigt im Ganzen eine ziemliche Aehnlichkeit mit jenem des Menschen, wenigstens eine grössere, als der Oberarmknochen.

Der Unterschenkel besteht, wie beim Menschen, aus dem Schienbeine und Wadenbeine. Letzteres erscheint insbesondere bei den Wiederkäuern sehr verkümmert, bei den Edentaten und Monotremen (Faulthier, Gürtelthier; Stachelthier, Schnabelthier) aber ist es sehr entwickelt.

In der Zahl der Fusswurzelknochen (nemlich sieben) stimmen die höheren Säugethiere mit dem Menschen überein; die Wiederkäuer aber haben in der Regel nur fünf. Der Mittelfuss zerfällt wie die Mittelhand bei den Wiederkäuern in zwei Röhren, und je nach der Anzahl der Zehen sind bei den übrigen Ordnungen 3 — 5 Knochen vorhanden. Diese Zahl der Zehen entspricht jener der Hand; die grosse Zehe hat jedoch oft nur Ein Glied oder sie fehlt gänzlich.

ββ) Knochenbau der Vögel.

Der Knochenbau der Vögel ist zwar im Allgemeinen jenem der Säugethiere analog, in seinen Theilen jedoch

vielfach modificirt. Die einzelnen Schädelknochen verwachsen bei den Vögeln frühzeitig, so dass bei ausgewachsenen Vögeln gar keine Nähte mehr sichtbar sind. An jungen Vögeln kann man jedoch die verschiedenen Schädelknochen, nemlich zwei Stirnbeine, zwei Scheitelbeine, ein Hinterhauptbein u. s. w., deutlich unterscheiden. Am Hinterhaupte der Vögel findet sich nur ein Gelenkknopf, während alle Säugethiere deren zwei haben.

Das Hinterhauptloch steht bald senkrecht, wie bei Hühnern und Wasservögeln, häufiger aber hat es, wie z. B. bei den Singvögeln, eine mehr horizontale Lage. Der Oberschnabel ist beweglich an den Schädel eingelenkt und fast einzig von dem Intermaxillarknochen (Zwischenkieferbeine) gebildet.

Der Unterkiefer (Unterschnabel) besitzt an seinem hinteren Ende eine mit dem Quadratbeine articulirende Gelenkpfanne, nach Oben eine Art Kronfortsatz und nach Hinten eine oft sehr ausgebildete Verlängerung.

Die Zahl der Wirbel ist bei den Vögeln äusserst unbeständig; die Hals- und Steisswirbel zeigen eine sehr lockere Verbindung und grosse Beweglichkeit, die übrigen Wirbel dagegen sind zum Theil unter einander verwachsen und darum nur wenig beweglich.

Das Brustbein der Vögel hat die Gestalt eines länglich viereckigen, nach Aussen gewölbten Schildes, an dessen Ränder die Rippen eingelenkt sind. Zum Ansatz der fleischigen Brustmuskeln erhebt sich in der Mitte des Brustbeines der Länge nach eine senkrechte, wie ein Schiffskiel geformte Kante, der Brustbeinkamm. Brustbein und Brustbeinkamm zeigen sich bei den besten Fliegern am meisten entwickelt, namentlich bei den Colibri's, Tauben, Schwalben und Raubvögeln.

Auch das Schlüsselbein der Vögel zeigt eine starke Entwicklung; die Schulterblätter sind schmal und lang und etwas säbelförmig gebogen. Das den Vögeln eigen-

thümliche Gabelbein (*furcula*) verbindet das obere Ende der Schlüsselbeine mit dem Brustbeine. Dadurch werden die Flügel auf das Festeste mit dem Rumpfe verbunden. Die Flügelknochen lassen sich sehr wohl mit den Armknochen des Menschen und der Vierhänder vergleichen. An die grosse, markleere, mit Luftlöchern versehene Oberarmröhre schliessen sich nemlich zwei Vorderarmröhren (Ellenbogenröhre und Speiche) an. Darauf folgen zwei kleine Handwurzelknochen, dann zwei, meist zusammengewachsene Knochen in der Mittelhand, und noch ein Daumenknochen mit zwei Fingern, wovon der zunächst am Daumen liegende aus zwei Gliedern, der äusserste aber nur aus Einem Gliede besteht.

Das Becken der Vögel ist sehr schmal, auch verbinden sich die Schambeine nicht mit einander wie bei den Säugethieren. Nur beim Strauss ist das Becken geschlossen. In die Beckenpfanne lenkt sich der Oberschenkel ein, daran schliesst sich das Schienbein an, das nur bei manchen Vögeln von einem grätenförmigen Wadenbeine begleitet ist. Dann folgt der aus einer Röhre bestehende Mittelfuss (*metatarsus*), woran sich noch in der Regel vier Zehen einlenken, von denen die äusserste aus fünf, die folgende aus vier, die nächste aus drei und die hinterste aus zwei Gliedern besteht.

Eine besonders bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit der Vögelknochen ist (wie man sie zu nennen pflegt) ihre Pneumaticität, die darin besteht, dass zur Förderung des Fluges die äussere Luft durch mehrere Oeffnungen der Lunge in eigenthümliche, in der Brust- und Bauchhöhle liegende häutige Luftsäcke gelangt, und von hier durch Luftlöcher in die mehr oder minder hohlen und markleeren Knochen (vorzüglich in das Oberarmbein, Schlüsselbein, Schulterblatt, Brustbein, dann in die Beckenknochen und das Oberschenkelbein) eindringt und dieselben erfüllt. Da diese Pneumaticität der Knochen mit der Flugkraft in Ver-

bindung steht, so findet sie sich bei den grossen, besonders hochfliegenden Vögeln am meisten entwickelt.

γγ) Knochenbau der Amphibien.

So wie die äussere Gestalt der Amphibien, so bietet auch ihr Knochenbau nach den verschiedenen Ordnungen grosse Mannigfaltigkeit dar.

Die Schlangen haben ausser dem Schädel und der aus 100—400 Wirbeln bestehenden Wirbelsäule mit vielen (manchmal 250) Rippen gar keine Knochen, auch vom Brustbeine und Schulterblatte nicht einmal eine Spur. Bei den giftlosen Schlangen ist der Oberkieferknochen lang und (wie der Unterkiefer und die Gaumenbeine) mit grossen, gekrümmten Zähnen besetzt, bei den giftführenden dagegen ist er kurz und dick und trägt den Giftzahn. Dieser, von mehreren Ergänzungszähnen begleitet, steht entweder durch eine Rinne oder einen Canal mit der Giftdrüse in Verbindung, aus welcher das Gift sich in die gebissene Wunde ergiesst. Der Unterkiefer der Schlangen besteht aus zwei Theilen, die aber nur ganz lose mit einander verbunden sind, dabei hängen auch die Knochen des Oberkiefers nur locker durch Bänder mit den Zwischenkieferknochen zusammen; daher kommt es, dass diese Thiere ihre Mundhöhle ausserordentlich erweitern und sehr grosse Thiere verschlingen können.

Die Saurier (Eidechsen und Crocodile) zeichnen sich nächst den Schlangen durch eine bedeutende Anzahl von Wirbeln und Rippen aus, welche letztere theils mit dem allen Sauriern zukommenden Brustbeine verbunden sind, theils als falsche Rippen nicht bis zu demselben gelangen. Die Crocodile weichen durch verschiedene Eigenthümlichkeiten vom Knochenbau der übrigen Saurier ab. Ihre Kiefer sind im Verhältnisse zu der engen Hirnhöhle von auffallender Grösse und die Unterkinnlade geht weiter zurück als der Schädel, wodurch das Thier eine ausserordentlich

grosse Rachenöffnung erhält. Das Brustbein der Crocodile erstreckt sich bis zum Becken, ist vorn breit und läuft hier in einen spitzen, freien Fortsatz aus. Die Zähne zeigen sich unter den Amphibien bei den Sauriern am meisten entwickelt. Sie kommen hier von der mannigfaltigsten Gestalt vor, spitz, hacken-, meiselförmig, stumpf u. s. w. Auch sind sie nicht, wie bei den Säugethieren, in die sogenannten Zahnfächer eingekeilt, sondern mit dem Kiefferrande verwachsen.

Die Schildkröten (Chelonier) sind nicht minder durch einen sonderbaren Bau ausgezeichnet. Ihre Schulterblätter liegen, gegen alle Analogie, nach Unten, und die Schlüsselbeine gleichen Winkelhacken, an deren Ecken sich die Oberarmröhren einlenken. In der Anordnung der Beckenknochen kommen die Schildkröten mit den Sauriern den Säugethieren am nächsten. Die Rippen der Schildkröten sind so bedeutend entwickelt und in die Breite ausgedehnt, dass ihre Ränder mit einander verwachsen. Auf diese Weise bilden sie nebst den unbeweglichen Wirbeln einen Rückenschild, während der Bauchschild von dem breiten und langen, meist neuntheiligen Brustbeine gebildet wird. Unter den Wirbeln sind nur die acht Halswirbel beweglich, so dass die meisten Schildkröten den Kopf unter die Schale zurückziehen können. Die Hirnhöhle ist im Vergleiche mit dem Schädel sehr eng. Anstatt der Zähne haben viele Chelonier scharfe, hornige Kinnladen, womit sie tüchtig beiszen können. Ueber den Knochenpanzer ist bei den meisten, zumal bei den Landschildkröten, eine harte, schuppige, ablösbare Haut gezogen, welche das bekannte Schildkrot liefert. Die Gruppe der Weichschildkröten (*Trionyx*) besitzt eine weiche, unbeschuppte Haut.

Die Frösche und Kröten haben ein sehr kurzes Rückgrat, das sich hinten mitten zwischen den gabelförmigen Hüftknochen in einen einfachen, geraden Knochen endigt. Rippen haben sie keine, statt derselben nur kleine

spitze Anhangsknöchelchen oder Querfortsätze (*processus transversos*). Das Brustbein ist bei den geschwänzten Batrachiern (Salamandern und Tritonen) sehr undeutlich; vollkommener erscheint es bei den Kröten. Das Schulterblatt der Frösche besteht aus zwei übereinanderliegenden Knochenblättern, wovon das obere sich über die Querfortsätze der oberen Wirbel legt, das untere schmalere aber die Gelenkfläche für den Oberarm bilden hilft. Beiderseits verbinden zwei Schlüsselbeine, ein vorderes und ein hinteres, die Schulterblätter mit dem Brustbeine. Der Vorderarmknochen ist bei den Fröschen und Kröten einfach, jedoch mit einer Andeutung der Theilung versehen. Bei den übrigen Amphibien ist dieser Knochen doppelt. Bezüglich der Handwurzel- und Mittelhand-Knochen so wie der Zehenglieder findet mannigfaltige Verschiedenheit statt. An den hinteren Extremitäten ist der Oberschenkelknochen allgemein stark und das Wadenbein fehlt nur den ungeschwänzten Batrachiern (Fröschen und Kröten); doch ist an dem einfachen Knochen die Theilung angedeutet. Auch sind bei den Batrachiern die zwei Fusswurzelknochen länglich, wie Unterschenkelknochen, gebaut. Die Mittelfussknochen und Zehenglieder entsprechen im Allgemeinen denen der vorderen Extremitäten. Zähne haben viele Kröten und noch mehr die Frösche, theils am Gaumen, theils am Oberkiefer, manchmal auch am Unterkiefer.

88) Knochenbau der Fische.

Wie die äussere Gestalt, so bietet auch das Skelet der Fische die grösste Verschiedenheit dar. Bei den Knochenfischen (d. i. jenen, die ein eigentliches knöchernes Skelet haben) lassen sich die Schädelknochen mit denen der höheren Wirbelthiere vergleichen; bei den Knorpelfischen dagegen (d. i. jenen, die ein blos knorpeliges Leibesgerüste haben) ist der Schädel von sehr einfachem

Bau und besteht meist nur aus einem einzigen Stücke. Die Halswirbel fehlen den Fischen, sie haben nur Brust- und Schwanz-Wirbel, indem die ersten Wirbel schon Rippen tragen. Die Zahl der Wirbel beträgt 20 — 200 und mehr. Das Brustbein fehlt. Die vorderen und hinteren Extremitäten der höheren Wirbelthiere sind bei den Fischen durch die Brust- und Bauch-Flossen repräsentirt. Auch kann man die den Brustflossen zur Grundlage dienenden Knochen mit den Schulterblättern, die den Bauchflossen zur Einlenkung dienenden dagegen mit den Hüftknochen vergleichen. Zähne besitzen fast alle Fische, aber die Zahl, Lage, Gestalt und Befestigung derselben ist so mannigfaltig, dass nicht blos die einzelnen Familien, sondern sogar die einzelnen Gattungen in dieser Beziehung besonders betrachtet werden müssen, was in die specielle Zoologie gehört.

Der Bau der Knorpelfische ist von dem der Knochenfische wesentlich verschieden und bietet auch ausserdem so viele Mannigfaltigkeiten dar, dass hier nothwendig der anatomische Knochenbau jeder einzelnen Familie für sich studirt werden muss.

cc) *Muskelsystem.*

Das Muskelsystem geht in seinen Entwicklungsstufen parallel mit der gesammten thierischen Organisation. Darum zeigt es sich im Allgemeinen bei den wirbellosen Thieren unausgebildeter, als bei den Wirbelthieren, und lässt sich auch bei diesen von einem niederen bis zum höchsten Entwicklungsgrade verfolgen.

Unter den wirbellosen Thieren zeigen die Gliederthiere und unter diesen vorzüglich die Insecten und Krustenthiere eine hohe Ausbildung des Muskelsystemes und eine sehr grosse Menge gesonderter Muskeln. Die höheren Eingeweidewürmer und Ringelwürmer (Entozoën und Anneliden) besitzen ein den ganzen Leib der Länge nach durchziehendes, aber von jedem Leibesringe

unterbrochenes Muskelsystem, und haben ausserdem noch besondere Muskeln für die Kiefern und Borsten. Die Saugwürmer besitzen dafür fleischige Saugscheiben. Auch die Mollusken, Seequallen, Sternthiere und Infusorien zeigen Muskeln; doch hat man sie noch nicht bei allen Familien aufgefunden. Die höchsten Formen der Mollusken insbesondere besitzen ein in hohem Grade entwickeltes Muskelsystem. Selbst bei den Infusorien hat man, obgleich die Masse ihres weichen Körpers aus einer gallertartigen Substanz besteht, Muskeln erkannt, besonders bei den Räderthieren *) und Glockenthieren (Vorticellinen).

Unter den Wirbelthieren sind die Fische im Allgemeinen durch blassfarbige, wenig gesonderte und auch wenig reizbare Muskeln ausgezeichnet. Die Hautmuskeln sind wenig entwickelt, desto mehr die grossen vom Kopfe bis zum Schwanze laufenden Seitenmuskeln, welche überhaupt den grössten Theil der Fleischmasse der Fische ausmachen. Zu den Flossenstrahlen laufen besondere, eine kräftige Bewegung erzeugende Muskeln, und unter den Seitenmuskeln liegen zwischen den einzelnen Rippen noch eigene Zwischenrippenmuskeln. Auch die Kaumuskeln besitzen eine grosse Stärke.

Die Amphibien bieten, wie in der gesammten Organisation, so auch in der Musculatur, grosse Verschiedenheiten dar. Die schwimmenden Amphibien besitzen zur kräftigen Fortbewegung in ihrem Elemente starke Seitenmuskeln, die sich bis zum Ende der Schwanzwirbelsäule erstrecken. Die Kopf- und Kiefer-Muskeln sind besonders bei den Fröschen, ganz vorzüglich aber bei den Schlangen, sehr kräftig entwickelt. Letztere besitzen auch zum Behufe einer raschen und kräftigen Fortbewegung sehr entwickelte

*) Die Räderthiere, von Ehrenberg und Dujardin unter den Infusorien aufgeführt, wurden in neuester Zeit wohl nicht mit Unrecht zu den Würmern gezogen.

Zwischenrippenmuskeln, welche auf die nur leicht verbundenen Wirbel wirken und so den Schlangen eine sehr behende Bewegung gestatten.

So wie die Vögel überhaupt in ihrem ganzen Bau keine so bedeutende Mannigfaltigkeit wie andere Thierclassen zeigen, so gilt dies insbesondere auch von ihrer Musculatur. In dieser spricht sich entschieden die Bestimmung des Vogels aus, als ein Luftthier sich fliegend in diesem Elemente zu bewegen. Darum sind die Brustmuskeln und die übrigen zur Bewegung der Flügel dienenden Muskeln besonders entwickelt.

In dem Muskelbau der Säugethiere findet zwar im Allgemeinen eine nicht geringe Uebereinstimmung mit jenem des Menschen statt. Doch erfordert der durch die verschiedenen Functionen der Thiere bedingte, im Einzelnen höchst mannigfaltige Knochenbau, so wie die horizontale Lage ihres Rumpfes und das Gehen auf vier Füßen eine bedeutende Abweichung im Bau der einzelnen Muskeln. Insbesondere sind bei allen Säugethiern, vorzüglich aber bei den hörner- und geweihtragenden, die Nackenmuskeln, um den herabhängenden Kopf festzuhalten, sehr entwickelt. Die Musculatur zeigt bei den Raubthieren, besonders in den Kau- und Schläfemuskeln, eine kräftigere Ausbildung, als bei den von vegetabilischer Kost lebenden Thieren, weil jene mit größerem Kraftaufwande die zur Erhaltung ihres Lebens nothwendige Nahrung sich verschaffen müssen, als diese. Die vermittelst ihres Schwanzes äusserst rasch und kräftig schwimmenden Walthiere sind über und unter der Wirbelsäule mit sehr starken Muskeln versehen, welche durch Sehnen mit der Schwanzflosse verbunden sind. Bei den fliegenden Säugethiern zeigen die vom Schulterblatte, Schlüssel- und Brust-Beine zu dem Oberarme gehenden Muskeln eine besonders starke Entwicklung, wodurch sie zu einem kräftigen Fluge und zum leichteren Erhaschen ihrer Beute geschickt werden.

3) Verhältniss der Thiere zu der sie umgebenden unorganischen und organischen Natur.

Vorzüglich sollen hier die Verhältnisse in Betracht gezogen werden, in welchen die sogenannten Imponderabilien, besonders Licht, Wärme und Electricität, zum thierischen Organismus stehen. Das Licht ist vor Allem zum Gedeihen des Thierleibes nothwendig, denn es übt auf die gesammte Lebenskraft, auf Wachsthum, Färbung und Verhärtung einzelner Theile einen entschiedenen Einfluss aus. Besonders ist das Auge ganz für das Licht gebaut und vermag nur im Lichte seine Thätigkeit zu entfalten. Darin liegt auch der Grund der bekannten Erscheinung, dass die meisten Thiere das Licht lieben, ihm nachgehen und zur Zeit der grössten Lichtintensität, im Sommer, sich in den zahlreichsten Arten entwickeln. Viele Thiere vermögen sogar, sowohl lebendig als todt, Lichterscheinungen zu produciren. Dadurch entsteht, wenigstens zum grossen Theile, das Leuchten des Meeres. Denn, wie Al. v. Humboldt (Ansichten der Natur S. 219) sagt, „so phosphorescirt das Meer unter allen Zonen, wer aber das Phänomen nicht unter den Wendekreisen, besonders in der Südsee, gesehen, hat nur eine unvollkommene Vorstellung von der Majestät dieses grossen Schauspieles. Wenn ein Kriegsschiff bei frischem Winde die schäumende Fluth durchschneidet, so kann man sich an dem Anblicke nicht sättigen, den der nahe Wellenschlag gewährt. So oft die entblösste Seite des Schiffes sich umlegt, scheinen röthliche Flammen blitzähnlich vom Kiele aufwärts zu schiessen.“ Dieses Phosphoresciren des Meeres, von vielen Reisenden, namentlich von Forster, Banks, Le Gentil, Krusenstern, Tilesius, Péron u. a. beschrieben, hat seinen Grund theils in der leuchtenden Kraft vieler darin befindlicher Weichthiere (besonders Seequallen) und Infusorien, von denen Michaelis und Ehrenberg

wenigstens in der Nord- und Ost-See leuchtende entdeckt und ihr aus einem Zusammenflusse vieler kleiner, schnell nach einander ausströmender Fünkchen bestehendes Leuchten beobachtet haben; theils aber auch, wenigstens unter den Wendekreisen, in der Eigenschaft des Meerwassers, nach starker Bestrahlung durch die Sonne während des Tages, im Dunkeln fortzuleuchten. Unter den Landthieren gibt es verhältnissmässig nur wenige leuchtende, z. B. einige Tausendfüssler (*Myriapoda*), Schnellkäfer (*Elateres*) und der bei uns einheimische Leuchtkäfer (*Lampyris noctiluca*, sogenannter Johanniswurm). Ueberhaupt sind es vorzugsweise wirbellose Thiere, welche im Leben die Erscheinung des Phosphorescirens wahrnehmen lassen.

Viele Thiere zeigen erst nach dem Tode bei eintretender Fäulniss phosphorescirende Erscheinungen. So namentlich viele Seethiere, als: Holothurien, Actinien, Mollusken; von den Wirbelthieren besonders viele Seefische. Nur bei wenigen Fischen des Süsswassers hat man bisweilen ähnliche Erscheinungen wahrgenommen.

Nicht minder interessante Erscheinungen bieten die Verhältnisse der thierischen Wärme dar. Zwar zeigt sich diese thierische Eigenwärme bis zu einem bestimmten Grade von der Temperatur der Umgebung abhängig; allein vermöge der alle organischen Vorgänge characterisirenden Selbstständigkeit ist die in Folge äusseren Temperaturwechsels eintretende Zu- oder Abnahme der specifischen Wärme, besonders beim Menschen und den höheren Thieren, namentlich den Säugethieren und Vögeln, im Vergleich mit den Temperaturdifferenzen der Medien (Luft und Wasser), worin die Thiere leben, höchst unbedeutend. Die eigenthümliche Wärme ist indessen bei verschiedenen Thieren sehr verschieden. Säugethiere, Vögel und manche haufenweise beisammenlebende Insecten zeigen einen ausgezeichnet hohen Wärmegrad; dagegen besitzen die übrigen Thiere (Mollusken, Gliederthiere und Sternthiere, so wie von den

Wirbelthieren die kaltblütigen Fische und Amphibien) nur eine geringe Eigenwärme. Die Vögel, deren Blut, wie die vergleichende Physiologie lehrt, sich schneller als das der übrigen Thiere bewegt, zeigen den höchsten Grad specifischer Wärme, nemlich zwischen 40° und $43^{\circ},88$ C.; ihnen stehen die Säugethiere, besonders die kleineren, am nächsten, deren Wärme zwischen $32^{\circ},22$ und 40° C. schwankt. Bei den Amphibien und Fischen ist die eigenthümliche Temperatur fast dieselbe wie die des umgebenden Mediums; doch ist zwischen beiden nach Rudolphi ein Unterschied, und zwar ein sehr bestimmter, vorhanden.

Was das Bedürfniss der Thiere nach Wärme anbetrifft, so finden sich hierin die mannigfaltigsten Abstufungen. Manche Thiere gedeihen ganz vorzüglich in den Polarländern bei höchst niederen Temperaturgraden, ja selbst bis über die Regionen des ewigen Eises hinaus; andere dagegen leben in der Nähe der brennenden Wüste oder selbst in heissen Quellen. So enthalten nach Al. v. Humboldt heisse Quellen der Tropen kleine Insecten (*Hydroporus thermalis*), Galionellen, Oscillatorien und Conferven, und nach Voigt findet man in den warmen Quellen zu Albano bei einer Hitze von 50° C. lebende Schnecken (*Turbo thermalis*) in Menge.

Die Hauptquelle der thierischen Wärme ist in der chemischen, Wärme entwickelnden Stoffumwandlung zu suchen, die in den feinsten Gefässen (dem Capillargefässsystem) der Organe vor sich geht. Dazu kommt als eine fernere Quelle der Wärmeentwicklung auch die Muskelbewegung, die nicht blos unmittelbar, durch Muskelcontraction, Wärme erzeugt, sondern auch mittelbar durch Erhöhung der Lebensthätigkeit im ganzen Körper, indem die Muskelbewegung das Athmen beschleunigt, wodurch der Kreislauf des Blutes und damit der Process der Ernährung rascher vor sich geht. Darum finden wir bei den am häufigsten und vollständigsten

athmenden Thieren (wie bei Vögeln und Säugethieren) den höchsten Grad eigenthümlicher Wärme.

Mit der Abnahme der äusseren Temperatur steht die Wintererstarrung oder der Winterschlaf vieler Thiere in Verbindung. Ihr Herz schlägt in diesem Zustande nur schwach, die Athemzüge werden selten und ihre Empfindlichkeit, wenigstens gegen mechanische Eindrücke, ist sehr gering. Angesetztes Fett dient ihnen unterdessen zur Nahrung. Von Säugethieren fallen die Fledermäuse, Bären, Dachse, Igel, Hamster, Murmelthiere und Siebenschläfer in die Wintererstarrung; von vielen Amphibien, z. B. Schildkröten, Eidechsen, Schlangen, Salamandern und Fröschen ist sie ebenfalls bekannt; bei den Vögeln nimmt man nur von den Schwalben einen Winterschlaf an. Auch bei Insecten, Fischen und Würmern findet sich häufig die Wintererstarrung. Sogar eine Sommererstarrung oder einen Sommerschlaf hat man an manchen Amphibien beobachtet. So sollen nach Al. v. Humboldt die Crocodile in den Tropenländern mit der trockenen Jahreszeit erstarren und erst bei wiederkehrendem Regen wieder erwachen. Sonnerat erzählt (Reise nach Ostindien und China, 2. Bd. S. 215) sogar von einem Säugethiere auf Madagascar, dem sogenannten Tenrec (*Erinaceus* oder *Centetes ecaudatus*), dass es sich in die Erde vergrabe und mehrere Monate des Sommers verschlafe.

Electrische Erscheinungen können fast an allen Theilen des Thieres durch bloßes Berühren oder Streichen erregt werden. Der Balg der Katzen und Hunde, das Fell der Pferde, wenn sie gekämmt werden, sprühen während des Streichens, besonders gegen den Strich, im Dunkeln sichtbare, knisternde Funken aus. Einige Thiere aber sind vorzugsweise electrische, nemlich die Zitterrochen (*Torpedo*), der Zitteraal (*Gymnotus electricus*) und der Zitterwels (*Silurus electricus*). Diese Thiere besitzen eigenthümliche electrische Organe, welche beim Zitterrochen gleichsam

Batterien Voltaischer Säulen, beim Zitteraal aber einen sehr complicirten Trogapparat darstellen. Mit diesen Organen sind sie im Stande, nach Willkühr electriche Schläge hervorzubringen, die dem Gefühle nach ganz mit den galvanischen übereinstimmen. Auch electriche Funken, so wie Abweichungen der Magnetnadel, hat man dabei wahrgenommen.

Bekannt ist auch der Einfluss der Luftphelectricität auf thierische Körper, besonders auf warmblütige. Heranziehende, drohende Gewitter und der Scirocco spannen bei Menschen und Thieren die Kraft ab und erregen unbehagliche Gefühle; eine mässige Spannung der Electricität dagegen erhöht die Lebenskraft.

Mit der Pflanzenwelt stehen die Thiere durch den Athmungsprocess in einer sehr merkwürdigen Beziehung, die für die gesammte organische Natur nicht ohne Bedeutung ist. Die Pflanzen nemlich nehmen beim Athmen die kleine Quantität der in der Luft enthaltenen Kohlensäure auf, zerlegen sie, halten den Kohlenstoff derselben zurück und stossen dagegen den Sauerstoff aus. Gerade des Sauerstoffes aber bedürfen die Thiere zum Athmen; sie ziehen ihn desswegen ein, er verbindet sich mit ihrem Blute und der ausgehauchte kohlensäurehaltige Wasserdunst unterhält dann wieder wenigstens theilweise den Athmungsprocess der Pflanzen. Dadurch, und weil sie oft sehr schnell faule Thier- und Pflanzen-Stoffe verzehren, tragen die Thiere nicht wenig dazu bei, die eigenthümliche, zum Leben notwendige Mischung der Atmosphäre zu erhalten.

Auch ist das Thierreich dem grössten Theile nach, besonders die Classe der Landthiere, auf die Pflanzenwelt angewiesen, um hier ihre entsprechende Nahrung zu suchen. Darum vermindert sich mit Abnahme der Vegetation auch das thierische Leben; in den Tropenländern dagegen, die sich durch besonders üppigen Pflanzenwuchs auszeichnen,

sind auch die Thiere in grösster Zahl und Mannigfaltigkeit vorhanden.

In einer nicht weniger bemerkenswerthen Wechselbeziehung steht das Thierreich zu der Befruchtung und Verbreitung der Pflanzen. Insecten mit haarigen Leibern, die dem in den Blüthen enthaltenen Honig nachgehen, streifen während des Einsammelns den Blumenstaub von den Antheren ab und übertragen ihn auf die Narbe entweder derselben Blüthe oder einer anderen, wodurch, besonders bei Pflanzen mit getrennten Geschlechtern, die Befruchtung nicht wenig gefördert wird. Dieser Einfluss auf Befruchtung ist besonders von der Feigenfruchtwespe (*Cynips Psenes*) constatirt. „In einem fleischigen Gehäuse sitzen (nach Schubert, Reise in das Morgenland, I, S. 370) die kleinen, sehr deutlichen Blüthen, aus denen sich die Saamen des süssen Fruchtbodens erzeugen; aber nur in einigen kommen Antheren und Pistille zusammen vor, häufig nur die einen oder anderen. Jetzt bohrt sich die kleine Fruchtwespe, gesättigt mit dem Liebestrank, den die Antherenblüthen tragende Kammer umschliesst, von jenem Triebe geleitet, welcher auf die Ernährung und Erhaltung der noch ungeborenen Brut gerichtet ist, in solche Kammern ein, bei denen vorwaltend nur das aufnehmende Pistill zur Entwicklung kam. So empfängt denn auch dieses den, den Keim belebenden Einfluss, und eine Menge der sonst unreif abfallenden Kammern wird nun zu den besten Früchten gezeitigt.“

Wie die Befruchtung, so wird auch die Verbreitung der Pflanzen durch die Thiere häufig befördert. Insbesondere von den Vögeln werden viele Saamenkörner, die sie verschlungen haben, in ihren Mägen über weite Strecken fortgeführt.

Selbst zum Ausbau der Erde tragen die Thiere bei. Vor Allem kommen hier die Corallenthier in Betracht, die ganze Felsen, ja selbst Inseln bilden. „Die niederen Inseln der Südsee und des indischen Meeres verdanken (nach

Chamisso in Kotzebue's Entdeckungsreise, Weimar 1821, Bd. III.) ihren Ursprung verschiedenen Arten dieser Thiere. Sie vermehren sich in Gegenden, wo eine beträchtlich hohe Temperatur anhaltend herrscht, wo das Land durch tiefe Buchten eingeschnitten ist, am stärksten. Die gegenseitige Lage solcher Eilande, die Reihen oder Gruppen, welche sie ausmachen, berechtigen zu glauben, dass die Thiere ihren Bau, ihre kalksteinartigen Häuser, auf Meeresuntiefen oder auf die Gipfel submarinischer Berge gegründet haben. Sie nähern sich im Fortwachsen mehr und mehr der Oberfläche des Wassers und vergrössern zugleich den Umfang ihrer Werke. Ist ein Riff so hoch, dass es bei niedrigem Wasserstande, zur Zeit der Ebbe, fast trocken wird, so hören die Thiere auf, höher zu bauen, während die untere Hälfte längst schon von allem Leben verlassen und Bestandtheil der festen Erdrinde geworden ist. Die brennende Sonne vereinigt die Corallen-Bruchstücke, die Muschelschalen und andere Körper mancherlei Art, welche die Fluth dahin führt, vermittelst des bindenden Kalksand, der aus der Zerreibung jener Gehäuse entstand, zu einem Ganzen, das allmählig durch stets neuaufgeworfene Schalen an Dicke zunimmt, so, dass es nur zu gewissen Jahreszeiten von der Fluth überdeckt wird. Im Kalksande finden die strandenden, keimenden Baum- und Pflanzen-Saamen einen schnelltreibenden Boden. Auch ganze Baumstämme von anderen Ländern und Inseln, durch Flüsse und Strömungen weggeführt, werden hier niedergelegt. Mit ihnen kommen Eidechsen und Insecten als die ersten Bewohner vor. Seevögel nisten auf der neuen Insel noch ehe die Bäume sich zu einem Walde vereinigen. Verirrte Landvögel suchen hier Zuflucht. Die Erde, aus Verwesung der Baumblätter entstanden, ist fruchtbar. Nun schlägt der Mensch seine Hütte auf dem Eilande auf.“

Staunenswerth aber ist in der That was wir durch Ehrenberg's Untersuchungen wissen, dass nemlich selbst

die Infusorien grossen Antheil an der jetzigen Beschaffenheit und Gestalt der Erdrinde haben. Die Körper der Infusorien sind entweder nackt oder mit einer weichen, häutigen Schale, oder endlich mit einer Hülle aus Kieselerde umkleidet. Nur diese letzteren nehmen durch ihre höchst mannigfaltig gestalteten, unzerstörlichen Kieselpanzer an der Vergrösserung der Erdmasse Antheil. In vielen Mineralien, z. B. im Feuerstein, Halbopal u. a., hat man die Panzer dieser Thierchen in grosser Menge aufgefunden, ja selbst ausgedehnte Erdschichten, zum Theil von Meilen Länge und 40 Fuss Mächtigkeit (wie z. B. das Kieselguhlager bei Oberohe im Lüneburgischen) bestehen ganz daraus. Ebenso der Polirschiefer, Tripel, das Bergmehl, die Kreide u. s. w., und zwar nicht blos in Europa, sondern auch in Africa und America. Das sogenannte Bergmehl, das in Lappland gegessen wird, so wie der essbare Thon, den nach Al. v. Humboldt (Ansichten der Natur S. 43) die Otomaken am Orinoko geniessen, verdanken nach Ehrenberg ihre nährende Eigenschaft den Resten von Infusorien, aus denen sie bestehen.

Der Mensch nimmt aus dem Thierreiche einen Theil seiner Nahrung und Kleidung, so wie einige Arzneistoffe. Während nemlich die meisten Thiere entweder für den Genuss vegetabilischer oder animalischer Nahrungsstoffe organisirt sind, ist der Mensch auf beide gleichmässig angewiesen, worauf schon die Gestalt und Stellung seiner Zähne, so wie der Bau seiner Verdauungswerkzeuge hindeuten. Auch hat schon längst die Erfahrung bestätigt, dass eine zweckmässige Mischung vegetabilischer und animalischer Kost einen sehr wesentlichen Einfluss auf das leibliche Wohlsein des Menschen ausübe. Die zur Nahrung des Menschen brauchbaren Thiere werden entweder auf der Jagd erlegt oder gezähmt, um als Hausthiere in reichlicherem Maasse Nutzen zu gewähren. Kein Pflanzenstoff vermag die vorzüglich nährende Kraft des Fleisches, der Milch und

der Eier zu ersetzen. Vorzüglich sind es Säugethiere und unter diesen besonders die Wiederkäuer und das Schwein, die zur Nahrung dienen. Jedoch werden von rohen Völkerstämmen selbst Schlangen, Insectenlarven und Spinnen gegessen. Unter den Vögeln bieten besonders die Hühner-, Gänse- und Tauben-Vögel in ihrem Fleische und in ihren Eiern dem Menschen eine gesunde Nahrung, und von einer indischen Schwalbe, der Salangane (*Hirundo esculenta*) wird selbst das Nest als eine Delicatesse verspeist. Weder unter den Säugethiern, noch unter den Vögeln gibt es eine giftige Art; auch das Fleisch keines Thieres aus der Classe der Amphibien ist giftig; man genießt die Schenkel der Frösche, die Schildkröten und ihre Eier, selbst Schlangen und Eidechsen werden in America und Africa sehr allgemein gegessen, und in Südamerica leben sogar ganze Völkerstämme von den Schildkröten und deren Eiern. Von Fischen leben viele Nationen fast ausschliesslich, doch hält man einige Fische allgemein für schädlich, z. B. den sogenannten schwimmenden Kopf (*Orthogoriscus mola*) und die Stachelbäuche (*Tetrodon*). Auch die Eier der Barbe erregen bei manchen Personen schmerzhaft, selbst gefährliche Zustände. Von Weichthieren werden sehr viele gegessen, Sepien, Calmars, Austern und Schnecken, dergleichen viele Krustenthier, wie Hummern und Flusskrebse. In Africa werden Heuschrecken, in Brasilien Käferlarven, Raupen und Termiten gegessen.

Stoff zur Kleidung liefert dem Menschen das Pelzwerk der Raubthiere, besonders jener, welche den hohen Norden der Erde bewohnen; ferner die Wolle und das Leder der Wiederkäuer, die Seide der Seidenraupe. Die Federn mancher Vögel, die Perlen, Perlmutter und Corallen dienen zum Schmuck. Viele Säugethiere werden zum Fortschaffen von Lasten, andere zur Jagd gebraucht. Vögel und Pferde werden theilweise zum Vergnügen gehalten, Hunde nebst dem zur Bewachung.

An Arzneistoffen ist das Thierreich verhältnissmässig arm; denn während das Pflanzenreich davon eine grosse Menge und Mannigfaltigkeit darbietet, sind im Thierreiche vorzüglich nur Bibergeil, Moschus, Zibeth, Ambra, Leberthran, Ameisensäure, Krebsaugen und der Cantharidencampfer zu nennen. Auch findet noch der eigenthümliche Unterschied statt, dass im Pflanzenreiche viele Arzneistoffe characteristisch an ganze Familien gebunden sind; im Thierreiche dagegen diese Substanzen fast ausschliesslich nur einzelne Arten von Thieren characterisiren.

4) Verbreitung der Thiere über die Erde.

Die 114 bis 120,000 bekannten Species von Thieren sind nicht ordnungslos, sondern nach bestimmten Gesetzen über die Erde verbreitet. Diese Verbreitung der organischen Wesen überhaupt, so wie insbesondere jene der Thiere, lässt sich in doppelter Beziehung betrachten; einmal als eine elementare, insofern die Elemente: Wasser, Luft und Erde, den Thieren zum Aufenthalte dienen, und dann als eine geographische, insofern die Thiere auf gewisse Regionen, Zonen oder Districte über die gesamte Erdoberfläche vertheilt sind.

a) Elementare Verbreitung. Wiewohl gewisse Abtheilungen von Thieren vorzugsweise auf gewisse Elemente angewiesen sind, um hier ihren naturgemässen Aufenthalt zu finden, so wäre es doch sehr unrichtig, wenn man (wie z. B. Plinius gethan) die Thiere in Land-, Wasser- und Luft-Thiere eintheilen wollte. Denn oft reichen einzelne, ganz unwesentliche Organe hin, um ein Thier geschickt zu machen, auch in einem anderen, ihm nicht vorzugsweise angewiesenen Elemente einen wenigstens temporär entsprechenden Aufenthaltsort zu finden. So sind z. B. die Fische und die meisten Weichthiere wahre Wasserthiere, die nur im Wasser ihr Leben zu fristen vermögen;

allein andere Thiere sind nur desshalb, weil sie von Wasserthieren leben, mit Schwimmorganen versehen und besuchen auch nur zu diesem Zwecke das Wasser, z. B. die Seehunde, Fischotter u. a. Wieder andere Thiere leben theils auf und in dem Wasser, theils vermögen sie sich fliegend darüber zu erheben, sind also sowohl Wasser- als Luft-Thiere, wie die Schwimmvögel. In demselben Falle befinden sich auch manche Wasserkäfer, die an warmen Sommerabenden in der Luft umherschwärmen und bisweilen sogar weite Züge unternehmen. Dahin kann man auch noch, zum Theile wenigstens, die mit besonders stark entwickelten Brustflossen versehenen fliegenden Fische (z. B. *Exocoetus*, *Trigla volitans*) rechnen, die sich damit auf kurze Zeit über den Wasserspiegel erheben und eine kleine Strecke weit fortfliegen können. Auch der Aal verlässt zuweilen sein Element und geht auf's Land, auf Wiesen und Kornfelder. Ja der indische *Panneiri* — *Anabas scandens* — von der Gestalt eines Barsches, soll, nach Daldorf, mittelst der Stacheln seiner Kiemendeckel und Flossen auf dem trockenen Sande und sogar auf Bäumen herumklettern.

Will man daher die Thiere nach ihrem Aufenthaltsorte unterscheiden, so muss man untersuchen, ob sie in irgend einem Elemente ihren gewöhnlichen, naturgemässen Aufenthalt haben, oder ob sie nur der Nahrung oder anderer Bedürfnisse wegen dieses Element besuchen. Bei Wasserthieren ist dann noch insbesondere in Betracht zu ziehen, ob sie im süssen Wasser oder im Meere leben, ob sie sich blos auf der Oberfläche des Wassers herumtreiben, oder ob sie auch in der Tiefe angetroffen werden; ferner ob sie in fliessendem Wasser (Bächen und Flüssen) oder in stehendem (Seen und Sümpfen) sich finden. Eine bedeutende Anzahl von Thieren, die Amphibien, lebt ebensowohl auf dem Lande als im Wasser, und weiss sowohl hier als dort ihre Nahrung sich zu verschaffen. Viele Insecten leben in den ersten Perioden ihres Lebens ausschliesslich im

Wasser, oder sind ausschliesslich an den Boden geheftet, während sie im Zustande der vollkommenen Entwicklung nur auf dem Lande und in der Luft leben können.

Die meisten Thiere leben zwar über der Erdoberfläche; allein es gibt, sowohl unter den Wirbel- als wirbellosen Thieren, auch solche, die unter der Erde leben, wie die Maulwürfe und Erdmäuse (*Spalax*). Manche lieben freie, sonnige Ebenen, andere schattige Wälder, wieder andere steile, hohe Berge als Aufenthaltsorte. Manche finden sich auf und in verschiedenen Pflanzen, manche auf und in anderen Thieren; so die Blatt- und Schild-Läuse parasitisch auf Pflanzen; oder in Pflanzen, wie die Larven vieler Käfer, z. B. des Stengelbohrers im Wasserfenchel (*Lixus paraplecticus*), des Haselnusskäfers (*Balanus nucum*) u. a. Alle thierischen Organe, selbst die edelsten (Gehirn und Auge), haben eigenthümliche Schmarotzerthiere, die sogenannten Eingeweidewürmer oder Helminthen.

b) Geographische Verbreitung. Bei der geographischen Verbreitung der Thiere über die Erdoberfläche finden wir im Allgemeinen dieselben Gesetze wieder, welche wir schon bei der Vertheilung der Pflanzen kennen gelernt haben. Denn als organische Wesen sind auch die Thiere in ihrem Bestehen und Gedeihen von gewissen climatischen Verhältnissen abhängig. Darum darf es uns nicht wundern, wenn verschiedene Climate, so wie sie von verschiedenen Pflanzen bewohnt werden, so auch verschiedene Thiere aufzuweisen haben; desgleichen wenn wir bemerken, dass auch im Thierreiche, so wie im Pflanzenreiche, zwischen den Wendekreisen die Zahl der Gattungen, Arten und Individuen, sowohl der Land- als Meer-Bewohner, am grössten ist, nord- und südwärts aber abnimmt und endlich in den Polargegenden verhältnissmässig nur noch sehr unbedeutend erscheint.

Da wir aber bei allmählicher Erhebung über die Meeresfläche einer gleichen Temperaturerniedrigung entgegengehen, wie bei der Annäherung gegen die Pole, so bieten auch die verschiedenen Höhen über dem Meeresspiegel oft eigenthümliche Thiere dar. Die Verbreitung der Pflanzen ist übrigens in schärfere Grenzen eingeschlossen, als jene der Thiere, besonders der mit Flügeln und Flossen versehenen. Denn diese, wie die Vögel, geflügelten Insecten und die Fische, vermögen leicht ihren Aufenthaltsort zu ändern und Wanderungen nach oft weitentlegenen Gegenden zu unternehmen, während das sogenannte Wandern der Pflanzen hauptsächlich nur durch die Vermittelung des Menschen, der Thiere (besonders der Vögel), der Winde und des Wassers möglich wird.

Doch genügen die climatischen Verhältnisse für sich allein noch nicht, um die geographische Verbreitung der Thiere vollständig zu erklären. Denn nicht wenige Thiere sind nur auf gewisse Welttheile oder Länderstriche beschränkt, und werden in anderen Gegenden, wo dasselbe Klima herrscht, nicht gefunden. Dies findet hauptsächlich in Inselländern und solchen Gegenden statt, die durch hohe Bergketten abgeschlossen sind. So bieten die Faunen Australiens, America's, Africa's und Asiens unter gleichen Breitegraden grosse Verschiedenheiten dar. Das Schnabelthier (*Ornithorynchus*), so wie das Stachelthier (*Echidna*) finden sich nur in einem Theile Neuhollands; der sonderbare, von Shaw „*Apteryx australis*“ genannte Vogel kommt nur in Neuseeland vor. Auch America hat viele ihm eigenthümliche Thiere, wie die Faulthiere, Gürtelthiere, Ameisenbären, den Puter, die Colibri, den Trompetervogel, die Pfefferfrasse, die Klapperschlangen u. s. w. Africa ist ausgezeichnet durch seine Affen (Paviane, Meerkatzen, Makis), durch seine Ichneumone, Gensen, einen Elephanten, ein Nashorn, die Giraffe, durch seine Löwen und Panther und durch seinen Strauss. Indien besitzt einen anderen Elephanten,

andere Nashörner, den Tiger, das Schuppenthier, den Duyong, den Casuar u. s. w.

Dagegen finden sich andere Thiere fast über die ganze Erde verbreitet. Hierher gehören manche Eulen und Falken, die Tauben, die Waldmaus, die Bären, Rinder, Schafe, der Aal. Auch sind die durch den Menschen verbreiteten Thiere noch hierher zu rechnen, namentlich Hund, Katze, Hausmaus, Ratte, Stubenfliege u. a.

Im Allgemeinen ist das Thierreich weiter verbreitet als das Pflanzenreich, besonders was die wasserbewohnenden Thiere anbetrifft. Denn nach Ehrenberg (über das Verhalten des kleinsten Lebens in dem Weltmeere, wie in dem Eise der Polarländer) „gibt es nicht nur ein unsichtbar kleines, mikroskopisches, ununterbrochen thätiges Leben in der Nähe beider Pole, da, wo längst das grössere nicht mehr gedeiht; die mikroskopischen Lebensformen des Südpolmeeres, auf der antarktischen Reise des Capitän James Ross gesammelt, enthalten sogar einen ganz besonderen Reichthum bisher ganz unbekannter, oft sehr zierlicher Bildungen. Selbst im Rückstande des geschmolzenen, in runden Stücken umherschwimmenden Eises, unter einer Breite von $78^{\circ} 10'$, wurden über 50 Arten kieselschaliger Polygastren mit ihren grünen Ovarien, also sicher lebend und gegen die Extreme strenger Kälte glücklich ankämpfend, gefunden.“ Auch höhere Thiere, wie Robben, Füchse und Mäuse, Enten- und Taucher-Arten sind während des Sommers in den pflanzenarmen Polarländern nicht selten, und im tiefsten Meeresgrunde, wohin sich keine Pflanzen mehr verirren, finden sich noch Mollusken, Corallen und Fische in zahlreicher Menge.

So wie zwischen den Wendekreisen die Zahl der Gattungen, Arten und Individuen am grössten ist, so zeichnen sich die hier einheimischen Thiere im Allgemeinen auch durch eine bedeutendere Grösse, auffallendere und mannigfaltigere Formen, so wie durch prachtvollere Färbung aus, was

unstreitig eine Wirkung der grösseren Intensität des Lichtes ist. Man betrachte, um sich davon zu überzeugen, nur die colossalen Elephanten, Rhinoceros, Flusspferde, Giraffen, den Strauss, Casuar und Condor; die Crocodile, Riesenschildkröten und Riesenschlangen; ferner die sonderbare Gestalt der Gürtelthiere, Drachen, Chamäleone, Scarabäen, Laterenträger u. s. w., die oft bizarren Formen der tropischen Fische und Insecten, die Farbenpracht der Vögel und Schmetterlinge.

Manche Thiere lieben vorzugsweise die Geselligkeit. Man findet sie daher familien- oder rudelweise oft in grosser, ja manchmal in unsäglicher Menge beisammen, wie die Elephanten, die in einem gemeinschaftlichen Neste beisammenlebende *Fringilla socia*, die Häringe, Ameisen, Termiten, Bienen u. v. a. Andere Thiere kommen nur vereinzelt vor, wie die Spinnen, manche zeigen sich jahrelang nicht und dann plötzlich wieder in ausserordentlicher Menge, wie z. B. der krebsartige Kiefenfuss (*Triophthalmus cancriformis* V.), der zu gewissen Zeiten an manchen Orten in unsäglicher Menge zum Vorschein kommt, zu anderen Zeiten und an anderen Orten niemals.

Die Lehre von der geographischen Verbreitung der Thiere erfreut sich übrigens noch bei weitem nicht jenes Grades der Vollkommenheit, wie die Pflanzengeographie. Die ungefähr noch einmal so grosse Anzahl der Thiere im Vergleiche mit jener der Pflanzen, ihr häufiger Aufenthalt im Meere, ihr unstätes, wanderndes Leben, ihre mikroskopische Kleinheit in den niedersten aber am allgemeinsten verbreiteten Formen — alles das sind Gründe, welche der Ausbildung dieses Zweiges der Naturgeschichte hemmend entgegenstehen.

5) Thierseele.

Obwohl Pflanzen und Thiere organisirte Wesen sind und in dieser Hinsicht gleichhoch auf der Stufenleiter der Naturkörper stehen, so sind doch ihre unterscheidenden Eigenschaften so sichtlich und bedeutsam, dass diese weit erhaben über jenen, mit Recht ein eigenes Reich: das Thierreich, bilden. Wenn sich auch die Entwicklung der Pflanzen und Thiere aus dem Keime, ihr fortschreitendes, geregeltes Wachsthum, die Vollendung des ihnen vom Schöpfer beschiedenen Typus, ihre Fortpflanzung und ihr physisches Absterben aus der Wirkung physisch-chemischer Agentien, vermittelt durch die (uns an und für sich unbekannte) Lebenskraft, bei den Vegetabilien wie bei den Thieren auf analoge Weise erklären lässt, so bietet doch das Thier Erscheinungen dar, welche sich nicht mehr aus der Wechselwirkung jener Naturkräfte ableiten lassen, sondern auf ein höheres Princip deuten, welches im thierischen Körper waltet.

Vorerst ist bekannt, dass die Thiere nicht, gleich den Pflanzen, an den Boden geheftet, sondern mit Bewegungswerkzeugen versehen sind, durch welche sie ihren Ort, nicht bloß in unbedeutenden Räumen, sondern oft durch ungeheure Entfernungen verändern können. Diese Bewegung ist aber keine maschinenmässige, wie zuerst der spanische Arzt Pereira und nach ihm Cartesius behauptete. Denn die Maschine, sei sie auch noch so kunstreich gebildet, wirkt stets nach der nemlichen Weise und folgt dem nothwendigen Gesetze ihres Triebwerkes. Ihre Wirkungsart ist nur auf ein Ziel (welches der Mensch ihr vorgezeichnet hat) gerichtet. Von dieser kann sie nicht abweichen, noch weniger aber sich aus eigener Kraft gar nach dem entgegengesetzten Ziele hinlenken.

Die Bewegung der Thiere dagegen ist keine starr-mechanische, sonst müsste sie, gleich jener der Maschinen, immer auf vollkommen gleiche Weise erfolgen und könnte nicht jene so augenfälligen Verschiedenheiten zeigen, welche uns die bekannten Bewegungen der Thiere darbieten. Wollte man auch manche derselben, z. B. jene des hungernden Pferdes nach dem Futter u. dergl., aus dem mechanischen Impulse eines Naturtriebes ableiten, so lässt sich zwar das Dasein dieses Triebes so wenig bei den Thieren, als selbst bei den Menschen läugnen; allein er ist keine unabweisbare Stosskraft, welcher das Thier folgen muss. Der sehr hungerrige Hund z. B. bemerkt sein Futter mit gierigem Blicke, wagt aber nicht, es zu berühren, wenn sein Herr drohend mit einem Stocke daneben steht; ja er bewegt sich bei fortgesetzter Drohung sogar rückwärts in seine Hütte. Wo ist hier und in tausend anderen Fällen der blinde Mechanismus, welcher die Bewegungen der Thiere leitet? Wie unbegründet, ja wie naturwidrig ist daher nicht die Meinung Jener, welche die Thiere für nichts Anderes, als für kunstreich eingerichtete Maschinen halten!

Was aber den Thieren eine noch weit höhere Stelle über den Pflanzen anweist, ist das ihnen vom Schöpfer verliehene Empfindungsvermögen. Sie besitzen in ihren höheren Formen fünf Sinneswerkzeuge, welche an Schärfe nicht selten die Sinneskraft des Menschen bei weitem übertreffen. Sie empfinden Lust und Schmerz, Freude und Furcht, wie aus ihrem Lautgeben und dem Gesamtausdrucke ihrer äusseren Haltung ganz unzweideutig hervorgeht. Beispiele davon anzugeben ist nicht nöthig, da schon unsere Hausthiere alles dieses zur Genüge gelehrt haben. Die Thiere nehmen demnach jene Eindrücke wahr, welche auf ihre Sinneswerkzeuge stattfinden und besitzen somit auch die innere Kraft, sich derselben bewusst zu werden, denn ihre hierauf erfolgenden körperlichen Aeusserungen entsprechen jenen Eindrücken wieder. Dieses den Thieren

innewohnende Princip des Wahrnehmens sinnlicher Einwirkungen, in Bezug auf das ihnen entsprechende Organ und dessen Wirkung so sehr übereinstimmend mit den Sinneswerkzeugen des Menschen, kann bei jenen wie bei diesem nicht mehr im Bereiche des Körperlichen liegen, und wir sind genöthigt, diese höhere Kraft mit einem eigenen Worte zu bezeichnen. Wir nennen sie Thierseele und müssen daher die Thiere als beseelte, die Pflanzen als unbeseelte Naturkörper erkennen. Es versteht sich übrigens von selbst, dass das Wort Seele hier in der weitesten Bedeutung zu nehmen sei und nichts Anderes bezeichnen soll, als das dem Thiere eingeborne (gewiss nicht mehr körperliche) Vermögen, die äusseren Sinneseindrücke zur inneren Wahrnehmung zu bringen. Diese aus unzweideutigen Wirkungen, vermöge des Gesetzes der Causalität, erschlossene Kraft erkennen wir nach ihrem inneren Wesen ebenso wenig, wie irgend eine andere im Gebiete des starren Körperlichen waltende Naturkraft, können es aber nicht umgehen, ihr Dasein im Thierreiche anzuerkennen. Allein sie tritt hier (obwohl stets nur als bloßes Empfindungsvermögen) von der untersten Stufe der minder vollkommenen Thiere bis nach den höchsten und vollkommensten hin, in sehr verschiedenen Graden der Wirksamkeit hervor, indem jenen einzelne Sinnesorgane abgehen, diese dagegen mit sämtlichen fünf Sinnen und, in Bezug auf einzelne derselben, in sehr gesteigerter Kraft begabt sind.

Durch alles dieses ist indessen der menschliche Forschungsgeist noch nicht befriedigt; er möchte eine genauere Einsicht in die Eigenthümlichkeit der Thierseele gewinnen und dieselbe mit der Seele des Menschen in Vergleich stellen. So schwierig nun auch der Gegenstand dieser Untersuchung ist und so abweichend die Meinungen Anderer hierüber hervortreten, so scheint jener Weg der sicherste, welcher, auf unlängbare Thatfachen bauend, von diesen, als feststehenden Wirkungen, auf die ihnen nothwendig zu

Grunde liegenden Ursachen schliesst, da dieses überhaupt der besonnene Gang jeder erfolgreichen Naturforschung ist.

Allbekannte Erfahrungen lehren, dass das Thier, z. B. Hund oder Pferd, seinen Herrn erkennt und diesen nicht mit anderen Menschen verwechselt, welche, wenn gleich in grosser Zahl, sich um ihn her befinden. Dieses Erkennen setzt nothwendig einen Grund voraus, worauf es beruht und eine solche Verbindung zwischen beiden, welche gesetzmässig und untrügbar ist. Was kann aber dieser Grund des Erkennens Anderes sein, als ein sinnliches Bild von jenen äusserlich wahrnehmbaren Eigenschaften, welche diesen Menschen von anderen unterscheiden? Dieses sinnliche Bild entsteht demnach in dem Inneren des Thieres und wird von demselben als gegenwärtig vorhanden erkannt, d. h. das Thier ist sich desselben bewusst. Denn sobald es seinen Herrn erkannt hat, schliessen sich jene bekannten äusseren Zeichen des angenehmen Zustandes (wenn man nicht sagen will: der Freude), in welchen es versetzt worden ist, an dasselbe an. Offenbar besitzt demnach das Thier ein sinnliches Vorstellungsvermögen, d. h. die Fähigkeit, sich solcher äusserlich sinnlicher Eindrücke bewusst zu werden. Wer indessen daraus schon schliessen wollte, das Thier habe auch das Vermögen, sich einen Begriff (nach der menschlichen Bedeutung des Wortes) von seinem Herrn zu bilden, der würde eine durchaus unbewiesene Behauptung wagen. Es erstreckt sich vielmehr dieses sinnliche Erkennungsvermögen nur auf die einzelnen Gegenstände, welche wahrgenommen werden, und die höhere Kraft, mehrere derselben zu vergleichen und daraus ein neues Ganzes höherer Art zu bilden (ein Werk der Urtheilskraft) fehlt höchst wahrscheinlich den Thieren gänzlich. Daher kann sich diese thierische Anschauungskraft nie über das Indi-

viduelle, worin sie gleichsam gänzlich versenkt erscheint, freithätig erheben.

Ferner besitzen die Thiere ein Vermögen der Erinnerung, d. h. sie verknüpfen mit Eindrücken, welche gegenwärtig auf ihre Sinne wirken, und wodurch sie zu gewissen bestimmten körperlichen Bewegungen veranlasst wurden, diese letzteren so fest, dass sie, sobald jene stattfinden, auch wieder zu diesen bestimmt werden. Wenn z. B. der Hund auf den Ruf seines Herrn zu ihm heranläuft, so beweist dieses das Dasein einer solchen Erinnerungskraft. Denn das Thier verbindet nun mit dem wahrgenommenen Tone die frühere Bedeutung desselben, und diese Bedeutung geht jetzt auch aus dem Inneren des Thieres (gewiss nicht aus dem bloß Körperlichen) hervor. Beispiele zur Erläuterung dieses Erinnerns und Wiedererkennens früherer Beziehungen zwischen dem äusserlich sinnlichen Eindrücke und dem ihm entsprechenden inneren Correlate desselben finden sich zu tausenden in der Thierwelt, vorzüglich bei den höheren Thieren. Auch das, was man Gelehrigkeit der Thiere nennt, beruht zum Theile auf dieser Erinnerungskraft, zum Theile auch auf dem vielen besonders höheren Thieren verliehenen Nachahmungstriebe. Ein nicht unwichtiger, hierher gehöriger Beleg ist der oft erstaunenswerthe Ortsinn der Thiere, der unmöglich aus bloß mechanischen oder auch aus chemisch-physicalischen Kräften erklärt werden kann. In der von der Weide heimkehrenden Heerde findet jedes einzelne Thier mit Sicherheit seinen Stall. Wer ist hier sein Wegweiser? Doch wohl nicht ein mechanischer Impuls, eine chemisch-physicalische Anziehungskraft? Nur das im Inneren des Thieres thätige Erinnerungsvermögen kann solche Erscheinungen befriedigend erklären. Wollte man dieses Vermögen, als die sinnlichen Eindrücke auffassend und wieder zur inneren Wahrnehmung bringend, Gedächtniss nennen, so könnte man den Thieren auch dieses (das Wort indessen nur im

ebenbemerkten Sinne genommen) zuerkennen. Eine höhere Function des menschlichen Gedächtnisses, die Fähigkeit nemlich, die im Geiste gleichsam schlummernden Vorstellungen freiwillig zu erwecken und hierdurch zum Bewusstsein zu bringen, scheint den Thieren gänzlich zu fehlen.

Obwohl den Thieren das Selbstbewusstsein in so weit nicht abgesprochen werden kann, als sie ihren eigenen Zustand, z. B. jenen des Schmerzes, der Lust u. dergl., wirklich wahrnehmen und von demselben ergriffen sind, so geht doch dieses Bewusstsein nicht über die sinnliche Empfindung hinaus, und die Thierseele kann sich nicht selbst als das wahrnehmende Princip erkennen, d. h. kann sich nicht selbst zum Bewusstsein bringen. Ebenso wenig ist das Thier mit Urtheilskraft begabt. Denn diese setzt eines Theils Selbstbewusstsein des Urtheilenden, anderen Theils eine Vergleichung der im auffassenden und empfindenden Principe des Thieres vorhandenen Wahrnehmungen voraus. Thiere können sich demnach auch keine Begriffe bilden, indem diese nur durch Zergliederung einer Vorstellung in einzelne Merkmale und durch Vergleichung derselben mit einander, um die wesentlichen von den ausserwesentlichen zu unterscheiden und jene zu einem geistigen Ganzen zusammenzufassen, zu Stande kommt. Die innere Thätigkeit der Thiere ist nur auf die Anschauung, auf die Aufnahme des Totaleindrucks der Gegenstände angewiesen, und über diesen Kreis hinaus vermag sich keine Thierart zu erheben. Was man auch von auffallenden Aeusserungen der Thiere spricht, welche (wie z. B. beim Elephanten, Hunde u. dergl.) auf das Dasein des Urtheilsvermögens sollen schliessen lassen, so finden dieselben theils in der den Thieren zukommenden Erinnerungskraft, theils in dem jedem Thiere verliehenen Instincte ihre zureichende Erklärung.

Es ist nemlich der Instinct jener vom Schöpfer den

Thieren eingepflanzte, ihnen selbst unbewusste Trieb, wodurch sie zu allen jenen Verrichtungen angetrieben werden, welche zur Erhaltung des Individuums und der Art nothwendig sind. Dabei wird sich das Thier gewiss nur des Dranges zu diesen vom Instincte gebotenen Handlungen, keineswegs aber des Zweckes bewusst, wesswegen sie von ihm vorgenommen werden, da ja oft dieser Zweck erst nach dem Tode des Thieres realisirt wird, z. B. das Auskriechen der Eier vieler Insecten. Dieser Instinct ist den Thieren nicht blos der Anlage nach gleich mit ihrer Geburt gegeben, sondern ihnen sogleich auch in seiner ganzen möglichen Vollkommenheit verliehen; denn die jungen Enten z. B. eilen alsbald nach ihrem Auskriechen aus dem Eie dem Wasser zu; die Raupe weiss alsbald nach ihrer Befreiung aus der Schale unter vielerlei Blättern das rechte, ihr zur Nahrung angewiesene herauszufinden, so zwar, dass sie sich hierin in der Regel ebenso wenig irrt, als die schon erwachsene Raupe.

Der sogenannte Kunsttrieb der Thiere ist nicht wesentlich verschieden vom Instincte, sondern nur eine in gewissen Thierclassen sich vorfindende Entwicklung desselben. Hierher gehören z. B. die kunstvollen Baue des Bibers, die merkwürdigen Nester vieler Vögel, das ebenso starke als mechanisch-richtig construirte Netz der Spinne, die Zellen der Bienen, die Hülsen der Phryganäenlarven und noch unzählig viel Anderes. Bei niederen Thieren entstehen die Producte des Kunsttriebes aus Absonderungen der eigenen Haut, so die Conchylienschalen und Corallenäste. Höhere Thiere, wie Vögel und Säugethiere, nehmen den Stoff zu ihren Werken von Aussen. Andere thun beides, sie gebrauchen fremdes Material, verarbeiten es aber in ihrem eigenen Leibe, wozu ihnen besondere Organe und Stoffe verliehen sind. So verschlucken die Bienen den in den Blumen eingesammelten Blumenstaub, worauf dann das Wachs an den Ringen ihres Hinterleibes in zarten Blätt-

chen hervorschwitzt. Die Schwalbe liest die zu ihrem Nestbaue nothwendigen Kothklümpchen vom Boden auf, vermischt sie aber der grösseren Festigkeit wegen mit ihrem zähen Speichel; ein ähnlicher Vorgang wird wohl auch bei Verfertigung der essbaren Nester der Salangane (einer in Indien einheimischen Schwalbenart) stattfinden. Am wunderbarsten erscheint der Kunsttrieb da, wo zur Ausführung eines Werkes viele Individuen zusammenwirken, deren Thätigkeiten demnach genau ineinandergreifen müssen, weil sonst die grösste Unordnung entstünde. Darum ist der künstliche Bau der Bienenzellen, das Gebäude der Biber und der Termiten stets mit Recht bewundert worden.

Leicht konnte die Betrachtung der Erzeugnisse des thierischen Kunsttriebes zu der Ansicht führen, als seien sie die Werke einer thierischen Intelligenz, welche man ein verstandähnliches Vermögen (*analogon rationis*) genannt hat. Allein gerade darum, weil der Thierseele die Urtheilskraft nicht beschieden wurde, ist ihnen ein Naturtrieb verliehen, welcher sich nach dem Gesetze der in der äusseren Sinneswelt herrschenden Nothwendigkeit, lediglich auf ihr individuelles Dasein und die Fortpflanzung ihrer Art bezieht. An diese beiden Zwecke ihres Daseins sind die Thiere so fest gebunden, dass ihnen keine Abweichung davon, keine weitere Modification derselben zu Gebote steht.

Trügen die Thiere auch nur den Keim zu einem der Entwicklung fähigen Urtheilsvermögen in sich, könnten sie sich zum Bewusstsein jenes inneren Principes, das sie beseelet, erheben, so würden sie, zumal die höheren Formen, die mit so sehr ausgebildeten Sprachwerkzeugen versehen sind, auch zur Bildung der Sprache gelangt sein. Kehle und Kehlkopf der Affen z. B. sind den entsprechenden Organen des Menschen sehr ähnlich gebildet; allein dennoch bringen sie nur einen unarticulirten Schrei hervor. Treffend sagt darum J. Lordat (*Anatomie du singe vert, Paris 1804*), die Affen sprächen desswegen nicht, weil sie

nichts zu sprechen hätten. Zur eigentlichen Sprache werden sich daher die Thiere nie erheben, obwohl es ihnen vergönnt ist, die Zustände des Schmerzes, der Lust u. dergl. durch (höchst unarticulirte) Töne auszudrücken.

Ebenso fehlt dem Thiere der sich selbst bestimmende Wille, d. h. jener innere Grund zur äusseren That, welcher mit klarem Bewusstsein desselben verbunden ist. Zu äusserlichen Bewegungen jeder Art wird das Thier theils durch das Erinnerungsvermögen, theils durch den Instinct getrieben, ohne von dem Vorhandensein beider, als Ursachen dieser Wirkungen eine Kenntniss zu haben.

Demnach fehlt den Thieren die Gabe des Selbstbewusstseins, der Urtheilskraft, des sich selbst bestimmenden Willens und endlich (wie sich dies von selbst versteht) die Vernunft.

Was ist also wohl die Thierseele? — Sie ist ein inneres, unkörperliches, sich weit über die organische Lebenskraft erhebendes Princip, welches dem Thiere Anschauungen äusserer Gegenstände, Gefühle seines eigenen Zustandes, ein Erinnerungsvermögen an früher wahrgenommene Eindrücke verleiht, und den Grund zu solchen körperlichen Bewegungen enthält, welche entweder durch diese Kräfte oder durch den Instinct veranlasst werden.

Diese Erklärung, weit entfernt, das eigentliche Wesen der Thierseele erschöpfend darzustellen, ist auf unabweisliche Thatfachen gebaut und darum entfernt von jeder bloss hypothetischen Ansicht. Die Thierseele nach der Totalität ihrer Eigenschaften zu erkennen, die Verbindung zu erklären, in welcher sie mit dem thierischen Leibe steht, und was ihr nach dem physischen Tode des Thieres weiter beschieden sei, sind Aufgaben, deren befriedigende Lösung dem Menschen so wenig vergönnt ist, als sich ihm selbst, bei der Erforschung seines psychischen Ich's solche unerforschliche Räthsel entgegenstellen.

Aber gewiss ist es, dass, gleichwie das Gesetz der Mannigfaltigkeit die gesammte körperliche Schöpfung in ihren zahllosen Erzeugnissen beherrscht, auch in Betreff der den Thierseelen verliehenen Gaben eine allmählig aufsteigende Stufenleiter bestehe, welche sich von der einfachsten Infusorienart bis hin zu den am vollkommensten organisirten Thieren erstreckt; jedoch so, dass, gleichwie zwischen Mineral und Pflanze, zwischen Pflanze und Thier ein nicht in einander überfließender, sondern scharf geschiedener Unterschied besteht, so auch zwischen Thier und Mensch eine weit grössere, durch nichts zu vermittelnde Kluft hervortritt, nach welcher selbst das begabteste Thier von dem rohesten Menschen unvereinbarlich getrennt bleibt. Der Mensch aber, welchem Gott die Herrschaft über die Natur verliehen hat, soll diesen Vorzug nicht zur Tyrannei missbrauchen, sondern, entfernt von jeder Thierquälerei, sich dieser Geschöpfe innerhalb der Schranken des sittlichen Verhältnisses gegen dieselben bedienen. —

6) Uebersicht der Geschichte der Zoologie. (Systeme.)

Das höchste und letzte Ziel der wissenschaftlichen Naturgeschichte ist das wahrhaft natürliche System. Mit der Auffindung desselben würde die Naturgeschichte als Wissenschaft ihren Abschluss erhalten haben. Denn ein solches System setzt die genaueste und vollständigste Kenntniss der einzelnen Naturkörper voraus, und zwar nicht blos die Kenntniss der besonderen, jedem einzelnen Naturwesen für sich zukommenden Eigenschaften, sondern auch eine gründliche Einsicht in alle jene Verhältnisse und Beziehungen, in welchen der einzelne Naturkörper zu allen übrigen steht. Daraus erklärt sich nun auch, warum in der geschichtlichen Entwicklung der wissenschaftlichen Naturgeschichte die künstlichen Systeme eher auftreten mussten,

als die natürlichen, indem zur Bildung jener die Kenntniss einzelner Merkmale ausreicht, die Gründung eines natürlichen Systemes aber die Einsicht in sämtliche wesentliche Eigenschaften der Naturproducte voraussetzt, eine Kenntniss, die erst im Verlaufe der Zeit und unter dem Einflusse besonders günstiger Verhältnisse erlangt werden kann.

Die erste Grundlage eines zoologischen Systemes findet man bei Aristoteles von Stagira (384 — 322), dem eigentlichen Gründer der Naturgeschichte, in seinen neun Büchern *περὶ ζώων ιστορίας*. Da jedoch die Aufstellung eines Systemes nicht in seiner Absicht lag, so gab er auch keine tabellarische Uebersicht der ihm bekannten Thiere, weiss daher auch nichts von Classen, Ordnungen, Geschlechtern, sondern spricht nur von Species.

Von den Römern geschah für die Zoologie wenig. Plinius der Aeltere verfasste ein mit erstaunlicher Belesenheit, aber ohne Critik bearbeitetes compilerisches Werk unter dem Titel: *Historia naturalis* in 37 Büchern, von denen das 8., 9., 10. und 11. von den Thieren handelt. Plinius kennt nur die Eintheilung der Thiere in Land-, Wasser-, Luft-Thiere und Insecten. Auch Claudius Aelianus aus Praeneste, der zu Marc Aurels Zeiten ein gutes compilerisches Werk: *De historia animalium* in 17 Büchern geschrieben hat, weiss von keinem Systeme. Die Bischöfe Isidor von Sevilla im 7. Jahrhunderte und Albertus Magnus (Albert Graf von Bollstedt aus Lauingen in Schwaben, geb. 1193, † 1280) bearbeiteten die Naturgeschichte nach der Weise des Plinius. Erst Conrad Gessner (geb. zu Zürich im Jahre 1516, † als Professor der Philosophie und practischer Arzt 1565), der teutsche Plinius genannt, muss als der Begründer der neueren Zoologie betrachtet werden. In seiner *Historia animalium, Basil. et Tiguri 1551—60*, in welcher er einen grossen Schatz von vielen eigenen Beobachtungen und viele zootomische Bemerkungen niedergelegt und seine Beschreibungen auch

durch Holzschnitte illustriert hat, theilt er die Thiere in lebendiggebärende und eierlegende Vierfüsser, in Vögel und Fledermäuse, in Wasserthiere (wozu Fische, Krebse, Würmer und Schwämme gehören), von denen er später die blutlosen trennte und sie in Weich-, Rinden- und Schal-Thiere, Insecten und Zoophyten abtheilte, und endlich in Drachen und Schlangen.

Ein ernsteres und erfolgreicherer Streben nach systematischer Ordnung findet man bei dem Engländer Eduard Wotton, der in seinem Werke: *De differentiis animalium*, Paris 1552, Fol., eine Classification der Thiere aufstellte, welche mit unserer heutigen bereits viele Aehnlichkeit hat. Um dieselbe Zeit verbesserte Peter Belon (geb. 1518 zu Souletiern im Maine-Departement) die Classification der Vögel, Wilhelm Rondelet (geb. 1507 zu Montpellier) und Hippolyt Salviani aus Castello in Umbrien (geb. 1514) die systematische Anordnung der Fische. Ungefähr 50 Jahre später erschien das grosse zoologische Werk des Italieners Ulysses Aldrovandi (geb. 1552 zu Bologna, † 1605), welches das ganze Thierreich in systematischer Anordnung umfasst. Er theilt die Thiere in lebendiggebärende und eierlegende Vierfüsser, in Vögel, Fische mit den Walen, in Schlangen, Kerfen mit Schnecken und Würmern und in Weichthiere.

Ein Stern erster Grösse ging der Zoologie in dem Engländer John William Ray auf. Er ward geboren zu Black-Notley in der Grafschaft Essex im Jahre 1628, war Theolog und zugleich der gelehrteste Naturforscher seines Jahrhunderts. Zwar bildete er kein neues System, sondern theilte das Thierreich fast vollständig nach den Hauptabtheilungen des Aristoteles ab; allein durch seine auf Anatomie und Physiologie gegründeten Verbesserungen der früheren Systeme hat er sich hochverdient gemacht, so dass man ihn als den bedeutendsten vorlinné'schen Systeme-

matiker betrachten muss. Die Hauptabtheilungen seines Systemes verdienen darum, hier einen Platz zu finden:

Animalia.

I. Sanguinea.

A. Pulmone respirantia.

a) Corde ventriculis duobus.

aa) Vivipara.

α) Aquatica 1) Cetaceum genus.

β) Terrestria 2) Quadrupedia vel Pilosa.

bb) Ovipara 3) Aves.

b) Corde ventriculo uno praedito 4) Quadrupedia ovipara vel Serpentes.

B. Branchiis respirantia 5) Pisces sanguinei (praeter Cetaceos omnes).

II. Exsanguinea.

A. Majora

6) Mollia, Mollusca (Μαλάκια).

7) Crustacea (Μαλακόστρακα).

8) Testacea (Ὀστρακόδερμα).

B. Minora 9) Insecta.

Ray war auch der Erste, der viele von den Reisenden Piso, Hernandez, Marcgraf u. A. beschriebene ausländische Thiere in sein Werk (*Synopsis methodica animalium*) aufnahm. Auch gab er nach den hinterlassenen Schriften seines Freundes und Reisebegleiters Willughby eine Naturgeschichte der Vögel (*Ornithologiae libri III.*, Lond. 1676, 1 vol. Fol.) und Fische (*Historiae piscium libri IV.* Oxf. 1685, 2 vol. Fol.) mit Abbildungen heraus. In beiden Werken, an deren Ausarbeitung Ray einen nicht unbedeutenden Antheil gehabt zu haben scheint, ist die Classification so vollkommen, als sie nur immer in der damaligen Zeit sein konnte. Die Vögel sind schon nach dem Baue des

Schnabels und der Füße geordnet und in der systematischen Anordnung der Fische haben schon die Merkmale der weichen und der stechenden Rückenstrahlen, so wie die Zahl der Flossen die verdiente Berücksichtigung gefunden. Auch ein Insectenwerk bearbeitete Ray, worin er sich ebenfalls als einen tüchtigen Systematiker zeigte. Doch veröffentlichte er von diesem Werke nur einen Auszug, *Methodus Insectorum etc.*, Lond. 1705, und erst nach seinem Tode gab Lister das vollständige Werk unter dem Titel: *Historia Insectorum, opus posthumum*, Lond. 1710, 4., heraus.

Am Ende dieses Jahrhunderts ist auch der als Anatom und Physiolog, und besonders als höchst genauer Beobachter ausgezeichnete Anton Leeuwenhoek (geb. 1632 zu Delft, † 1723) zu nennen. Er hat sich besonders durch schätzenswerthe Beobachtungen des feineren Baues vegetabilischer und animalischer Theile (Gehirn, Nerven, Blutkügelchen) und der von dem Leydener Studenten Ham aus Danzig 1677 entdeckten Spermatozoën oder Saamenthierchen, worauf er eine eigene Zeugungstheorie gründete, einen Namen erworben. Seine Beobachtungen machte er mit dem (einfachen) Mikroskope, wozu er die Glaslinsen selbst mit einer bisher unerreichten Vollkommenheit anzufertigen verstand. Wer der Erfinder des Mikroskopes (damals *Engyoscop*, *Conspicilia*, *Muscaria* u. s. f. genannt) gewesen sei, ist ungewiss *), gewiss aber, dass schon Cornelius Drebbel in England 1621 sich desselben bediente.

Im Anfange des 18. Jahrhunderts lieferte der gelehrte Arzt und Botaniker Antonio Vallisnieri, Professor zu

*) Nach Borellus (*de vero telescopii inventore*, Haag 1655) soll Zacharias Jansen zu Middelburg in Verbindung mit seinem Sohne Johann bald nach dem Jahre 1590 das Mikroskop erfunden haben; nach Huyghens dagegen soll es im Jahre 1618 noch völlig unbekannt gewesen sein.

Padua († 1730), bekannt als Widerleger der Zeugungstheorie Leeuwenhoek's, ein neues System der Insecten, worin er sie nach ihren Wohnorten eintheilte. Der Schwede Arte di hinterliess ein von Linné 1738 herausgegebenes Fischwerk (*Artaedii Ichthyologia sive opera omnia de piscibus. Lugd. Batav. 1738. 8.*), worin er eine neue, im Vergleich zu früheren Eintheilungen bedeutend bessere Classification dieser Thiere gab.

Eine neue Epoche für die Zoologie, so wie für die gesammte Naturgeschichte überhaupt, begann mit Linné, welcher der Zoologie ihre erste wissenschaftliche Gestaltung gab. Im Jahre 1735 erschien zu Leyden sein *Systema naturae seu regna tria naturae systematice proposita* zum erstenmale als ein bloßer Entwurf auf Einer Tafel in gross Folio, im Jahre 1740 auf 80 Octavseiten, wovon 40 das Thierreich umfassen, dann 1748 die 3. Auflage auf 252 Seiten. Die nächste Ausgabe erschien erst 1758, aber als ein ganz neues Werk durchgängig mit Charactern und Gattungsnamen versehen, wovon das Thierreich 824 Seiten füllt. Endlich erschien 1766 die letzte Ausgabe in 4 Bänden, wovon zwei den Thieren auf 1364 Seiten gewidmet sind. Linné's Hauptzweck in diesem Werke war, zur Erleichterung des Naturstudiums ein der Natur so sehr als möglich entsprechendes System aufzustellen. Doch waren zu Linné's Zeit die zoologischen Hülfswissenschaften (namentlich die vergleichende Anatomie und Physiologie) noch nicht bis zu jener Stufe der Vollkommenheit gediehen, auch war noch nicht die nöthige Menge von Beobachtungen gemacht, dass es möglich gewesen wäre, ein wahrhaft natürliches System aufzustellen. Allein nichts desto weniger sind viele von Linné aufgestellte Gruppen natürliche, so seine fünf ersten Classen des Thierreiches, mehrere Ordnungen und die meisten seiner Gattungen, welche gegenwärtig grösstentheils Zünften und Familien entsprechen. Auch ist Linné der Schöpfer einer bestimmten Terminologie und einer consequent

durchgeführten binären Nomenclatur, gemäss welcher jede Species durch ein einziges dem Genus beigesetztes Wort benannt wird. Er setzt klare Begriffe von Classe, Ordnung, Sippe, Familie und Art fest, gibt zuerst die Charakteristik jeder Art, lässt dann die Beschreibung und die Synonymen folgen, und fügt endlich noch Bemerkungen über Lebensart, Vaterland, Aufenthalt, Nutzen u. dergl. hinzu.

Es folgt nun hier sein letztes Thiersystem:

Animalia,

sentientia, voluntarie moventur, respirant.

I. Cor biloculare, biauritur;

Sanguine calido rubro:

A. *Vivipara* 1. *Mammalia*.

B. *Ovipara* 2. *Aves*.

II. Cor uniloculare, uniauritur;

Sanguine frigido rubro:

A. *Pulmone arbitrar. spirantia* 3. *Amphibia*.

B. *Branchiis externis* 4. *Pisces*.

III. Cor uniloculare inauritur;

Sanguine frigido albido:

A. *Antennata* 5. *Insecta*.

B. *Tentaculata* 6. *Vermes*.

Um dieselbe Zeit wurden die verschiedenen Zweige der Naturgeschichte grösstentheils im Geiste Linné's immer ausführlicher und gründlicher bearbeitet; so die Säugthiere und Vögel von: Frisch, Brisson, Pallas, Edwards, Pennant und Bechstein; die Amphibien von Laurenti, Roesel, Schneider und Russel; die Fische von Artedi, Gronov und Bloch; die Insecten von Lyonnet, Réaumur, de Geer, Geoffroy, Bonnet, Roesel, Herbst, Schaeffer, Rossi, Hellwig, Fabricius (geb. 1743, † 1808); die Weichthiere von Lister, Born, Adanson, Martini, Chemnitz, Poli u. A.; die Würmer, Polypen und Infusorien von

Trembley, Baster, Donati, Needham, Ellis, Pallas, Goeze, Cavolini, Gleichen, O. F. Müller, Esper, Schrank. Erxleben, Hermann, Batsch, Blumenbach verbesserten das System. Seba und Rumpf lieferten kostbare Kupferstiche; Brown, Scopoli, Schrank Faunen. Als Reisende boten Kämpfer, Hasselquist, Gmelin, Sparrmann, Thunberg u. A. mancherlei Material (vergl. Perty allg. Naturgeschichte I. S. 63 ff.).

Das Linné'sche System fand jedoch, trotz seiner weiten Verbreitung, auch seine Gegner. Zuerst erhob sich dagegen in Deutschland Jacob Theodor Klein († 1759), Secretär der Stadt Danzig, in seiner Schrift: *Summa dubiorum circa classes quadrupedum et amphibiorum Linnaei, Gedani 1743*. Wiewohl seine Gründe vielfach sehr lächerlich waren, so deckte er doch auch mehrere wirkliche Mängel des Linné'schen Systemes auf. In Frankreich unterwarf Buffon (Georges-Louis Leclerc Comte de Buffon, geb. zu Montbar in der Bourgogne den 7. Sept. 1707, Intendant des Jardin du Roi zu Paris) im ersten Bande seiner grossen, alle drei Reiche umfassenden Naturgeschichte alle Systeme, insbesondere aber das Linné'sche, einer scharfen Kritik. Mit Recht tadelte er mehrere Schwächen der früheren Ausgaben dieses Systemes, mit Unrecht aber behauptete er, als Verächter jeder Methode, es sei viel besser, wenn man es wie die Alten, insbesondere Plinius, mache, und die Thiere, ohne wissenschaftliche Classification, nur in der Reihe aufführe, wie sie uns gewöhnlich vorkommen. Uebrigens sind Buffon's Beschreibungen der Thiere, seine Schilderungen grosser Naturphänomene und seine Abbildungen vortrefflich. Ihm gebührt das Verdienst, besonders in der Naturgeschichte der vierfüssigen Thiere und Vögel, jede Species für sich und zwar bis in's Kleinste beschrieben zu haben. Durch seinen edlen, oft erhabenen Styl weckte er die Liebe zur Naturgeschichte in allen gebildeten Ständen, selbst bei vielen Herrschern Europa's, wodurch der Natur-

geschichte kein geringer Dienst geleistet wurde. Seine Theorieen über die Entstehung und Ausbildung der Erde, so wie seine Zeugungstheorie haben jedoch gegenwärtig nur noch historischen Werth.

Nachdem schon bei Daubenton († als Professor am Collège de France und im Jardin des Plantes), dem Gehilfen Buffon's am Pflanzengarten und Bearbeiter des anatomischen Theiles seiner Naturgeschichte, und bei Brisson (zuerst Aufseher von Réaumur's Naturaliencabinet, später Professor der Physik, † 1806) die Zootomie ihren Einfluss auf die zoologische Classification geltend gemacht hatte, trat endlich Cuvier*) auf, der durch Zusammenfassen des inneren thierischen Baues mit dessen Erscheinen in der äusseren Form das zoologische System seiner Vollendung bedeutend näher brachte, und als der zweite Reformator

*) George Leopold Christian Friedrich Dagobert Baron von Cuvier, geb. am 23. August 1769 in dem damals württembergischen Montbelliard (Mömpelgard), studirte auf der Carolinischen Academie zu Stuttgart Philosophie und Cameralwissenschaften, kam 1788 als Hofmeister bei einer protestantischen Familie nach Caën und von da nach Paris, wo er Professor der Naturgeschichte und Anatomie wurde. 1798 gab er sein erstes Werk heraus: *Tableau élémentaire des animaux* 1798, von 1800 an erschienen seine *Leçons d'anatomie comparée*. Nachdem er mit Alex. Brongniart die für die Wissenschaft so wichtige Untersuchung der Umgegend von Paris unternommen, erschienen 1812 seine *Recherches sur les ossements fossiles des quadrupèdes*, Paris, 4 vol., 4. 1813 wurde er von Napoleon zum Maître des requêtes ernannt, 1814 wurde er Staatsrath und 1819 Präsident des Comité de l'intérieur. Sein vorzüglichstes Werk, *Regne animal*, 4 vol., 8., erschien zuerst 1817, die 2. Auflage 1829 in 5 vol., 8. 1821 erschien die 2. Auflage seiner *Ossements fossiles*, 5 vol., 4., und 1823 begann er mit Valenciennes seine grosse *Histoire des poissons*. Nachdem er 1831 Pair von Frankreich geworden, und eben auch Präsident des Staatsraths werden sollte, ereilte ihn am 13. Mai 1832 im 63. Lebensjahre der Tod.

der Zoologie anzusehen ist. Folgendes ist sein letztes System (1817, 1829): *)

T h i e r e ,

beseelte, empfindende, sich bewegende Wesen mit einem Nahrungscanale.

A. Rückgrat- oder Wirbel-Thiere.

A. Gehirn und Rückenmark in einer knöchernen Wirbelhülle, die in der Mittellinie des Leibes sich erstreckt und mit den Rippen und übrigen Knochen das Skelet ausmacht, welchem aussen Muskeln inserirt sind; die Eingeweide finden sich in den Höhlen des Kopfes und Rumpfes eingeschlossen; Blut roth, musculöses Herz; zwei übereinanderliegende Kinnladen; nie mehr als zwei Paar Gliedmaassen. I. *Animaux verté-*

a) Lebendiggebärende Rückgratthiere mit Lungen, gemässigter Respiration, einfacher Luftathmung, doppeltem Kreislaufe, warmem Blute; sind vorzugsweise für das Land bestimmt, säugen ihre Jungen *brés* (Wirbelthiere).

b) Eilegende: 1. *Mammifères* (Säugethiere).

aa) Mit rothem, warmem Blute und Lungen, doppeltem Kreislaufe und doppelter Respiration; sind zum Fluge bestimmt 2. *Oiseaux* (Vögel).

*) Vergl. Cuvier's Thierreich von Streubel B. I. S. 957.

bb) Mit rothem, kaltem Blute:

α) Mit einfachem Kreislaufe, Lungen oder Lungen und Kiemen; sollen kriechen 3. *Reptiles* (Amphibien).

β) Mit doppeltem Kreislaufe und Kiemen; sollen schwimmen . 4. *Poissons* (Fische).

B. Rückgrat- oder wirbellose Thiere.

B. Ohne wahres Knochengerüst und Rückenmark; das Nervensystem befindet sich mit den Eingeweiden in einer und derselben Höhle und besteht aus einem Analogon des Gehöres und zerstreuten Ganglien; das Gefässsystem ist mehr oder weniger entwickelt und besitzt stets ein Herz; eigenthümliche Respirationsorgane vorhanden; Verdauungsapparat sehr entwickelt; die Muskeln sind an die Haut geheftet II. *Animaux mollusques* (Mollusken oder Weichthiere).

a) Rumpf sackförmig, die Kiemen einschliessend, vorn offen; Kopf sehr entwickelt, von fleischigen Armen umgeben 5. *Céphalopodes* (Sepien).

b) Rumpf nicht offen; keine fleischigen Arme; zwei fleischig-häutige Flossen am Halse 6. *Ptéropodes* (Pteropoden).

c) Vorderkörper mit einer fleischigen Sohle zum Kriechen; Kopf deutlich, mit einziehbaren Fühlern 7. *Gastéropodes* (Schnecken).

- d) Mund im Grunde des Mantels verborgen; dieser umschliesst auch die Kiemen und die Eingeweide 8. *Acéphales* (Muscheln).
- e) Leib in den Mantel gehüllt, ohne deutlichen Kopf, aber mit fleischigen oder häutigen, mit Wimpern versehenen Armen 9. *Brachiopodes* (Brachiopoden).
- f) Mit zahlreichen, hornähnlichen, mit Gelenken versehenen Gliedern 10. *Cirrhopodes* (Rankenfüsser oder Cirrhopoden).
- C. Statt des Rückenmarkes eine mehr oder weniger deutliche Bauchganglienkeite, vorn mit einem Analogon des Gehirnes; statt des Knochengerüsts ist die, meist mehr oder weniger verhärtete Körperbedeckung (Haut), an deren inneren Fläche sich auch die Muskeln ansetzen, in Ringe getheilt; von einem inneren Knochengerüste nur ein sehr schwaches Analogon und blos rudimentär; der Leib meist mit einer grösseren oder geringeren Anzahl symmetrisch-paariger Gliedmaassen; Kiefer seitlich gegen einander wirkend III. *Animaux articulés* (Gliederthiere).
- a) Mit rothem Blute; ohne gegliederte Gliedmaassen 11. *Annélides* (Ringelwürmer).
- b) Mit weisslichem Blute und gegliederten Gliedmaassen (*Condylopa*):

α) Aeussere Kiemen; Herz oder pulsirendes Rückengefäss; meist 4 Fühler 12. *Crustacés* (Krebsthiere).

β) Keine äusseren Kiemen; Cephalothorax mit 4 Fusspaaren und einfachen Augen, aber ohne Fühler 13. *Arachnides* (Spinnenthiere).

γ) Tracheen; Kopf frei, mit 1 Paar Fühler; meist 3 Fusspaare; häufig Metamorphose 14. *Insectes* (Insecten).

D. Asymmetrische, strahlige Anordnung der Organe, welche gleichsam in einem Sacke stecken; Herz nie vorhanden; von Nerven, Respirationsorganen u. dergl. m. meist kaum eine Spur; Körpersubstanz mehr oder weniger homogen, zuweilen ohne *) alle Organe . . . IV. *Animaux zoophytes* (Zoophyten).

a) Leib strahlig, mit Kalk- oder Lederschaale; deutliches Gefässsystem und meist ein deutlicher Respirationsapparat 15. *Echinodermes* (Sternthiere).

b) Leib langgestreckt oder flachgedrückt; die Organe nach der Länge des Leibes geordnet; weder deutliche Gefässe, noch Respirationsorgane 16. *Vers intestinaux* (Eingeweidewürmer, Helminthen).

*) Diese Angabe hat Cuvier in Folge von Ehrenberg's Entdeckungen in der Infusorienwelt später (in der 2. Auflage der *Lec. d'anat. comp.*) zurückgenommen.

- c) Weder deutliche Gefässe, noch eigenthümliche Respirationsorgane; Leib meist kreisförmig oder strahlig 17. *Acalèphes* (Acalephen, Seequallen oder Medusen).
- d) Kleine Gallertthiere mit Fangarmen um die Mundöffnung, gewöhnlich zu Polypenstöcken vereinigt . . 18. *Polypes* (Polypen).
- e) Mikroskopische Thiere von unscheinbarer Organisation . . . 19. *Infusoires* (Infusorien).

Erst nach zahlreichen und bedeutenden Vorarbeiten seiner Vorgänger und Zeitgenossen (vorzüglich Lamark's), so wie nach ausgedehnten eigenen Untersuchungen war es einem so scharfsinnigen, mit so tiefer Beobachtungsgabe ausgerüsteten Geiste, wie Cuvier, möglich, seine natürliche Methode in jener Vollkommenheit durchzuführen, in der sie jetzt der Hauptsache nach von den besten Zoologen fast allgemein angenommen wird. Während Cuvier vier Hauptabtheilungen des Thierreiches annahm, wurden von anderen Systematikern deren nur drei angenommen, so schon von Lamark (seit 1801), dann von L. Nitzsch (1817) und noch später von P. A. Latreille (1825), der dafür aber die Unterabtheilungen in seinem Systeme bedeutend vermehrte. Eigenthümliche Systeme wurden noch versucht z. B. von Rudolphi (1812), der als obersten Eintheilungsgrund den Bau des Nervensystemes anwendete, von Blainville (1816), der die Thiere nach der äusseren Gliederung des Körpers eintheilte, von Oken (1802, 1811, 1815, 1821, 1835). Andere Systeme gaben noch Wiegmann (1830), Ehrenberg (1836), Burmeister (1837), Milne-Edwards (1839).

Ueberhaupt haben sich in neuerer Zeit um die Zoologie besonders verdient gemacht *): Azara, Illiger,

*) Vergl. Perty a. a. O.

Spix, Geoffroy St. Hilaire, Rüppel, Prinz Max von Neuwied, Lichtenstein, Fischer, Andreas Wagner im Gebiete der Säugethiere. Levaillant, Temmingk, Wilson, Luc. Bonaparte, Naumann, Brehm u. A. in der Naturgeschichte der Vögel. Brongniart, Dumeril, Gravenhorst, Wiegmann um die Naturgeschichte der Amphibien. G. v. Cuvier, Valenciennes, Eckström, Agassiz um jene der Fische. Lamark, Peron, Ferussac, Rossmässler um die Naturgeschichte der Mollusken. Olivier, Palisot de Beauvais, Latreille, Illiger, Jurine, Panzer, Paykull, Gravenhorst, Germar, Meigen, Hübner, Ochsenheimer, Treitschke, Erichson u. A. um die Naturgeschichte der Insecten. Rudolphi, Nordmann, Bremser um jene der Eingeweidewürmer. Nitzsch, Bory de St. Vincent, Ehrenberg um die Infusorien.

Im Verlage von **G. J. Manz** in Regensburg ist erschienen und durch alle Buchhandlungen zu beziehen :

Friedreich, J. B., Handbuch der gerichtsarztlichen Praxis, mit Einschluss der gerichtl. Veterinärkunde. 2 Bde. gr. 8. 1842—43. eleg. geh. 14 fl. 24 kr. od. 9 Thlr.

(Das Werk erschien auch in 18 Lieferungen à 48 kr. od. 12 gr.)

— — gerichtliche Veterinärkunde. Ein Separat-Abdruck aus dessen „Handbuch der gerichtsarztl. Praxis“. Zum Drucke befördert und mit Zusätzen versehen von Dr. S. Landmann. gr. 8. 1845. geh. 1 fl. 30 kr. od. 22 gr.

Gürnrohr, Dr. A. C., Lehrbuch der technischen Chemie für den ersten Unterricht an Gewerbschulen. 2te verb. u. verm. Aufl. gr. 8. 1 fl. 20 fr. od. 20 gr.

Helfenzrieder, J. C., Abhandlung von der Geodäsie oder dem praktischen Feldmessen, darinnen verschiedene neue Instrumente beschrieben und neue Vortheile vorgetragen werden, wodurch die Arbeit entweder erleichtert oder sicherer und genauer wird. Mit 5 Kupfertafeln. 4. 1775. 1 fl. 30 fr. od. 20 gr.

— — Anfangsgründe der reinen Mathematik, sonderlich für die, welche die Philosophie studiren. 8. 1779. 24 fr. od. 6 gr.

— — selecta elementorum matheseos purae, pro iis maxime, qui philosophiae dant operam collecta. 8. 1776. 12 kr. od. 3 gr.

— — tubus astronomicus amplissimi campi cum micrometro suo et fenestellis ocularibus novum instrumentum multis observationibus opportunum inventum et descriptum. Cum fig. 4. 1773. 18 kr. od. 4 gr.

Hoffmann, J. J. J., Erde, Wasser, Luft und Feuer, als Stoff zu belehrenden und erbauenden Dictir-Übungen in öffentlichen Schulen benützt. Ausgabe für Lehrer und Erzieher. 8. 1834. 15 fr. od. 4 gr.

— — dasselbe. Ausgabe für Schüler. 6 fr. od. 2 gr.

Hoppe, D. H., botanisches Taschenbuch für die Anfänger dieser Wissenschaft und der Apothekerkunst auf das Jahr 1790 bis 1796. Mit Abbildungen. 8. à 1 fl. 15 fr. od. 20 gr.

— — dasselbe vom J. 1797 bis 1804. à 1 fl. 20 fr. od. 21 gr.

(Vollständig vom Jahre 1790 bis 1804 19 fl. 25 fr. od. 12 Thlr. 20 gr.)

Bei Abnahme des Ganzen wird der Preis bedeutend ermäßigt.)

Soppe, D. H., entomologisches Taschenbuch für die Anfänger und Liebhaber dieser Wissenschaft, auf das Jahr 1796. 1r Jahrg. 8. 1 fl. 20 fr. od. 21 gr.

— — dasselbe auf das Jahr 1797. 2r Jahrg. 8. 1 fl. 20 fr. od. 21 gr.

Suther, P., Anfangsgründe der Geometrie, vorzüglich zum Gebrauche an technischen Schulen. Mit 6 Figurentafeln (in 4.). gr. 8. 1838. 1 fl. od. 15 gr.

Magold, M., mathematisches Lehrbuch zum Gebrauche öffentlicher Vorlesungen auf der Königl. Bayerischen Landes-Universität zu Landshut. 5r Thl. Auch u. d. Titel: Lehrbuch der Mechanik fester Körper, 2r Bd., welcher die angewandte Mechanik enthält. Mit 8 Kupfertafeln und 8 gedruckten Tabellen. gr. 8. 1813. 4 fl. 48 fr. od. 2 Thlr. 16 gr.

Müller, die Donau, vom Ursprunge bis zu den Mündungen. Zugleich ein Handbuch für Reisende, welche diesen Strom befahren. Nach den zuverlässigsten Quellen. 1r Theil. — Auch u. d. Titel: Die obere Donau. Beschreibung des Stromes und seiner Umgebungen von den Quellen bis Wien. Mit 3 Ansichten und 1 Stromkarte. 2te Aufl. 8. sauber cart. 1 fl. 45 kr. od. 1 Thlr. 3 gr.

— — dasselbe. 2r Thl. Die untere Donau. Beschreibung des Stromes und seiner Umgebungen von Wien bis zum Meere. Mit 1 Ansicht und 1 Stromkarte. 2te Aufl. 8. sauber cart. 1 fl. 45 kr. od. 1 Thlr. 3 gr.

Vorstehendes ist ein wissenschaftlich geordnetes Werk, und handelt mit besonderer Ausführlichkeit über die Quellen des Stromes, seinen Boden, seine Zuflüsse, über Lauf und Gefäll, die Mündungen, die Fauna, Geschichte und Sage, Schiffahrt und Handel etc., und schildert sonach den Strom in allen seinen Eigenschaften, seinen Nebenflüssen, den ihn begleitenden Gebirgszügen, den an seine Ufer hingehenden Ortschaften, durch die ganze bis 2000 Meilen lange Strecke vom Ursprunge bis zu den Mündungen. — Auf die Ausstattung ist alle Sorgfalt verwendet, zwei neu gezeichnete und sauber in Kupfer gestochene Stromkarten dienen zur Vervollkommenung des Werkes.

Schmöger, Dr. F. v., Grundlinien der allgemeinen Chemie zum Gebrauche bei Vorlesungen. gr. 8. 1 fl. 12 fr. od. 18 gr.

Schrank, F. v. P., Fauna boica, durchgedachte Geschichte der in Bayern einheimischen und zahmen Thiere. 1r Bd. 1te Abth. gr. 8. 1801. 1 fl. 48 kr. od. 1 Thlr. 4 gr.

— — dasselbe. 2r Bd. 2te Abth. gr. 8. 1802. 2 fl. od. 1 Thlr. 8 gr.

— — dasselbe. 3r u. letzter Band. 1te Abth. gr. 8. 1803. 1 fl. 30 kr. od. 1 Thlr.



Schrank, F. v. P., Fauna boica, durchgedachte Geschichte der in Bayern einheimischen und zahmen Thiere. IIIr Bd. 2te Abth. gr. 8. 1803. 2 fl. od. 1 Thlr. 8 gr.

(Irr Band ist Verlag von J. A. Stein in Nürnberg.)

— — bayerische Flora, zum bequemen Gebrauche als Taschenbuch in tabellarische Form gebracht. Mit einigen Aenderungen u. Verbesserungen. gr. 8. 1793. 2 fl. od. 1 Thlr. 8 gr.

— — Abhandlungen über die Weise, die Naturgeschichte zu studiren. 8. 1780. 8 fr. od. 2 gr.

Schultes, Dr. J. A., Briefe über Frankreich auf einer Fussreise im J. 1811 durch das südwestliche Bayern, durch die Schweiz über Genf, Lyon, Montpellier, Cette, durch die Sevennen über Clermont, Moulins, Nevers nach Paris und über Nancy nach Strassburg. 2 Thle. 8. 1815.

6 fl. od. 3 Thlr. 8 gr.
— — Bayerns Flora. Vollständige Beschreibung der in Bayern wildwachsenden Pflanzen. 1te Centurie. gr. 8. 1811. 2 fl. 30 kr. od. 1 Thlr. 10 gr.

— — Versuch eines Handbuches der Naturgeschichte zu Vorlesungen. Ir Bd. Auch u. d. Titel: Versuch eines Handbuches der Naturgeschichte des Menschen, nebst einer allgemeinen Einleitung in die Naturgeschichte des Thierreichs. gr. 8. 1799. 1 fl. 36 kr.

od. 1 Thlr.
Siber, Dr. Th., Anfangsgründe der Algebra, Geometrie und Trigonometrie. Mit 3 Kupfertafeln. gr. 8. 1819. 1 fl. 20 fr. od. 18 gr.

— — Anfangsgründe der Physik und angewandten Mathematik. 3te umgearb. Aufl. Mit 4 Kupfertafeln. gr. 8. 1828. 3 fl. od. 1 Thlr. 16 gr.

Steinberger, A., Tafel der gemeinen oder Brigg'schen Logarithmen aller Zahlen von 1—1000000 mit 5 und beliebig 7 Decimalstellen. Ein Auszug aus Vega's logarithmisch-trigonometrischem Handbuche. gr. 8. geh. 30 fr. od. 8 gr.

— — das Verhältniß des Kreisbogens in seinen zuständigen trigonometrischen Functionen vollständig bearbeitet. Mit einem Anhange, enthaltend Lösung einiger hieher gehörigen Aufgaben, so wie auch der bisher nur näherungsweise gelösten Eulerischen Aufgaben über die Kreislinie. (Ir Bd. Euleri Introd. in Analysin. Infinit. tom. II. exp. 22.) Mit 1 Figurentafel. gr. 8. 1839. geh. 48 fr. od. 12 gr.

